

6 ELEKTRONIK

NOWY

Magazyn elektroników

Grudzień 2009/Styczeń 2010 • dwumiesięcznik • 9,50zł (VAT 0%) nakład 6800 egz.

TOP249

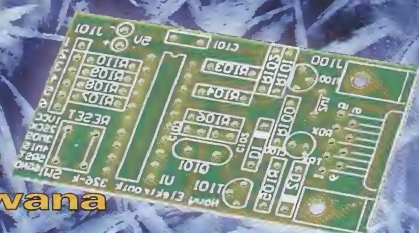
Lekki, wydajny i niezawodny.
To chyba najlepsza rekomenda-
cja zasilacza.

Zasilacz impulsowy 5V/12A



Emulator monitora
Programowalny termostat czterokanałowy
Czterokanałowy panelowy miliwoltomierz
Sterownik syntezy częstotliwości FM
Cyfrowe ECHO
PIEC - wzmacniacz gitarowy
Mostkowy wzmacniacz mocy 120W

Dla każdego
czytelnika NE
płytką drukowaną
GRATIS !!!



Wesołych Świąt i Szczęśliwego Nowego Roku

Elektronik NOWY

Wszystkie usługi i usługi elektroniczne. W naszym...

Wycena projektów i NE 1 2004

Wszystkie usługi i usługi elektroniczne. W naszym...

SKLEP

Wszystkie usługi i usługi elektroniczne. W naszym...

Nowy UPS

Wszystkie usługi i usługi elektroniczne. W naszym...

Nowy LCD

Wszystkie usługi i usługi elektroniczne. W naszym...

www.nowyelektronik.prv.pl

Elektronik NOWY

Wszystkie usługi i usługi elektroniczne. W naszym...

Nowy UPS

Wszystkie usługi i usługi elektroniczne. W naszym...

Nowy LCD

Wszystkie usługi i usługi elektroniczne. W naszym...

Święta

Najlepszy prezent dla elektronika? Oczywiście wymarzony przyrząd, nowe podzespoły lub nowa literatura. Ja proponuję nową literaturę, czyli Nowego Elektronika. Nie jest to może zbyt kosztowny prezent, ale na pewno przydatny. Na dowód tego zachęcam do zapoznania się z bieżącym numerem NE. Szczególnie po wigilijnej kolacji, tuż przed udaniem się na spoczynek. W numerze jak zwykle kilkanaście projektów. Zapewne każdy znajdzie coś dla siebie, jednak ja chciałem zachęcić wszystkich do przeczytania no i do zbudowania emulatora monitora. Na pierwszy rzut oka wydaje się on zupełnie niepotrzebny. W zasadzie można się z tym zgodzić. Po co komu emulator monitora do PC? Jednak projekt nie jest pozbawiony sensu. Oprócz emulacji monitora ma przydatną funkcję do czytania danych z monitora fabrycznego. Można również te dane edytować. Jednak moim zdaniem nie to jest najważniejsze. Dużo ciekawsze jest zapoznanie się ze standardem EDID opracowanym przez organizację VESA. Jest tam tylko 128 bajtów danych, ale jakie interesujących. Poznanie samego standardu również może się przydać np. gdy będziemy chcieli wykonać tablicę świetlną podłączoną do złącza DVI, a nawet VGA. Bez zapoznania się z EDID na pewno to się nie uda. Jeżeli powyższy artykuł kogoś nie interesuje, proponuję zapoznanie się z zasilaczem wykonanym w redakcji NE na układzie TOP249. Według mnie są to chyba najlepsze układy do budowy zasilaczy impulsowych. Każdy może mieć własne zdanie, ale na pewno zgodzicie się, że wykorzystanie układów TOP w zasilaczach impulsowych pozwoliło na budowanie owych zasilaczy praktycznie przez każdego.

Teraz coś o CNC. Do chwili obecnej wykonany został projekt oraz prototyp podstawy i przenoszenia napędu w osi X. Pozostało jeszcze wykonać przenoszenie napędu w osi Y i Z. W poprzednim numerze obiecałem pierwsze plany. Jednak doszliśmy do wniosku, że lepiej będzie opublikować dokumentację, gdy będzie wykonany kompletny prototyp (dobrze działający ploter CNC).

Na zakończenie życzę Wesołych i Radosnych Świąt oraz Szczęśliwego Nowego 2010 Roku.

Pozdrawiam
Ryszard Świątkowski

Elektronik Nowy

Dwumiesięcznik 6/2009
Grudzień 2009/Styczeń 2010
Cena 9,50zł.
ISSN 1505-7437 IND.345210
Wydawca:
PRESS-POLSKA
Adres Redakcji:
NOWY ELEKTRONIK
ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg
tel./fax (055) 236-22-63
e-mail: press-polska@pro.onet.pl

Redaktor naczelny:
Ryszard Świątkowski
Autoryzy:
Witold Wrotek
Piotr Władysławski
Krzysztof Górski
Sławomir Szczęśliwiec
Zbigniew Hoffman
Władysław Grabowiecki
Copyright by 1998-2009
PRESS-POLSKA

Spis treści

Układy Mikroprocesorowe

Emulator monitora	4
Projekt pozwala na oszukiwanie komputera. Pozwala również na edycję danych zgodnych ze standardem VESA EDID 1.3.	
Programowalny termostat czterokanałowy	12
Termostat umożliwia kontrolę w czterech punktach jednocześnie. Jest łatwy w programowaniu i uruchomieniu.	
Czterokanałowy panelowy miliwoltomierz	25
Woltomierz rozwiązuje pomiar napięcia w czterech punktach jednocześnie. Wynik zobrazowany na wyświetlaczu LED	
Inteligentny sterownik lamp błyskowych	33
Sterownik przydatny w pracowni każdego fotografa. Zarówno amatora, jak i profesjonalisty	
Sterownik syntezy częstotliwości FM z układem SAA1057	39
Układ dla miłośników eteru. Częstotliwość pracy od 70MHz do 120MHz.	

Układy

TOP249 - zasilacz impulsowy 5V/12A	7
Zasilacz impulsowy 5V/12A. Projekt oparty na układzie TOPSwitch znanym firmie.	

Układy Audio

Cyfrowe ECHO	9
Ciekawe rozwiązanie echa cyfrowego. Układ dedykowany bardziej doświadczonym elektronikom.	
PIEC - wzmacniacz gitarowy	19
Nazwa mówi sama za siebie. Projekt zainteresuje każdego muzyka-elektronika.	
Mikrofon kierunkowy	22
Lubisz podслушиwać przyrodę, sąsiadów, to zbuduj niskobudżetowy mikrofon kierunkowy.	
Mostkowy wzmacniacz mocy 120W	44
Bardzo prosty w budowie, ale nie konwencjonalnej. Wzmacniacz charakteryzuje się przyzwoitymi parametrami.	

Młody Elektronik

Prosty generator sygnałowy 2MHz	42
Dla początkujących, ale chyba nie tylko. Prosta i nieskomplikowana budowa.	

To & Owo

PRENUMERATA	47
Zamawiając prenumeratę - oszczędzasz.	
Płytki drukowane za DARMO!!!	48
Kupieś NE - masz prawo do otrzymania jednej darmowej płytki drukowanej z każdego numeru NE.	

Emulator monitora

Zestaw 707-k



Emulator szuka karty komputera PC. Ale ciekawsza jest możliwość edycji zawartości pamięci w emulatorze w standardzie VESA EDID 1.3, a tym samym możliwość emulacji różnych trybów pracy monitora. Mówiąc inaczej emulator może udawać dowolny monitor. Dodatkowo emulator umożliwia odczytanie danych z pamięci monitora fabrycznego.

Zapewne bardziej dociekliwi użytkownicy komputerów PC zastanawiali się, jak komputer rozpoznaje podłączenie monitora oraz jego parametry. Odpowiedź jest równie prosta jak pytanie. Rozpoznanie podłączenia monitora odbywa się poprzez podanie odpowiedniego napięcia na jedno z wyprowadzeń złącza DVI. Natomiast odczyt parametrów monitora dokonywany jest poprzez magistralę I2C z pamięci EEPROM 24xx umieszczonej w monitorze. Prawda, że proste?

Aby nie było tak łatwo, zmiana zawartości pamięci już nie jest taka prosta. Oczywiście odczyt i zapis nie nastarcza żadnych problemów, ale ustawienie np. innej rozdzielczości lub zmianę producenta nie jest łatwe. Trzeba się zapoznać z niezbyt obszernym dokumentem opracowanym przez organizację VESA, a dotyczącym standardu komunikacji monitora z PC. Obecnie obowiązującym standardem jest EDID. Nieestety jest kilka wersji. My zajmiemy się najbardziej rozpowszechnioną i lubianą przez producentów monitorów EDID ver 1.3. Wersja ta wykorzystuje 128 bajtów pamięci 24xx. W tych 128 bajtach zawarte są

wszystkie informacje o monitorze, producencie, numerze fabrycznym, roku i tygodniu produkcji, rozdzielczości, informacji o kolorze, wymiarze, częstotliwości pracy poziomej i pionowej i kilka innych parametrów. Aby się z nimi zapoznać trzeba ze strony VESA pobrać dokument w formacie PDF opisujący standard EDID "VESA ENHANCED EXTENDED DISPLAY IDENTIFICATION DATA - Implementation Guide".

Powyżej znalazło się zdanie, że edycja nie jest prosta. I rzeczywiście, aby zmienić rozdzielczość, trzeba zmienić dane w kilku komórkach pamięci, a przedtem wykonać stosowne obliczenia. Niby nic trudnego, ale gdy wykonujemy częste zmiany, operacja ta jest niezbyt fascynująca. Po wprowadzeniu zmian musimy obliczyć sumę kontrolną. Jest to najbardziej nudna i żmudna czynność. Na szczęście emulator ma opcję liczenia sumy kontrolnej. Po tych wstępnych informacjach możemy przejść do budowy i działania emulatora.

Budowa i działanie

Schemat został przedstawiony na rys.1. Jak widzimy emulator jest bardzo

prosty: dwa układy scalone i kilka elementów towarzyszących. Głównym układem scalonym jest mikrokontroler ATmega8 tak-towany wewnętrznym generatorem 1MHz. Mimo, że wewnętrzne generatory nie są zbyt stabilne, to w naszym układzie nie ma to znaczenia. Do mikrokontrolera podłączona jest pamięć 24C02. Pamięć z mikrokontrolerem komunikuje się po magistrali I2C oraz trzech bitach A0, A1, A2. Bity te odpowiedzialne są za ustawienia adresu pamięci. Ta sama pamięć podpięta jest do złącza DVI. Również dwa porty mikrokontrolera podpięte są do złącza DVI. Pierwszy port skonfigurowany jako wejście podłączony do +5V. Jego zadaniem jest sprawdzenie, czy komputer (karta graficzna) podaje stan wysoki lub gdy emulator pracuje jako czytnik monitora. Wówczas następuje zamiana portu z wejścia na wyjście, czyli mikrokontroler wysła +5V do monitora. Drugi port mikrokontrolera podpięty jest do HPD. Port skonfigurowany jest jako wyjście. Jego zadaniem jest poinformowanie karty graficznej, że monitor jest podpięty lub gdy emulator pracuje jako czytnik monitora, wówczas następuje zamiana portu z wyjścia na wejście i port odbiera z monitora +5V.

Do mikrokontrolera podpięte są cztery mikropiękowniki i wyświetlacz ciekłokrystaliczny 1602. Za pomocą mikropiękowników ustawiamy parametry emulatora, a wyświetlacz pokazuje aktualne stany i komunikaty oraz umożliwia edycję pamięci EEPROM.

Po włączeniu zasilania emulator przechodzi w tryb pracy jako emulator monitora. W zasadzie nie dużo tu możemy zrobić. Jedynie zastosować się do wyświetlanego komunikatu. Jeżeli emulator jest odłączony od komputera, wówczas na wyświetlaczu zobaczymy zmieniający się co około jedną sekundę napis

**BRAK
SYGNAŁU!**

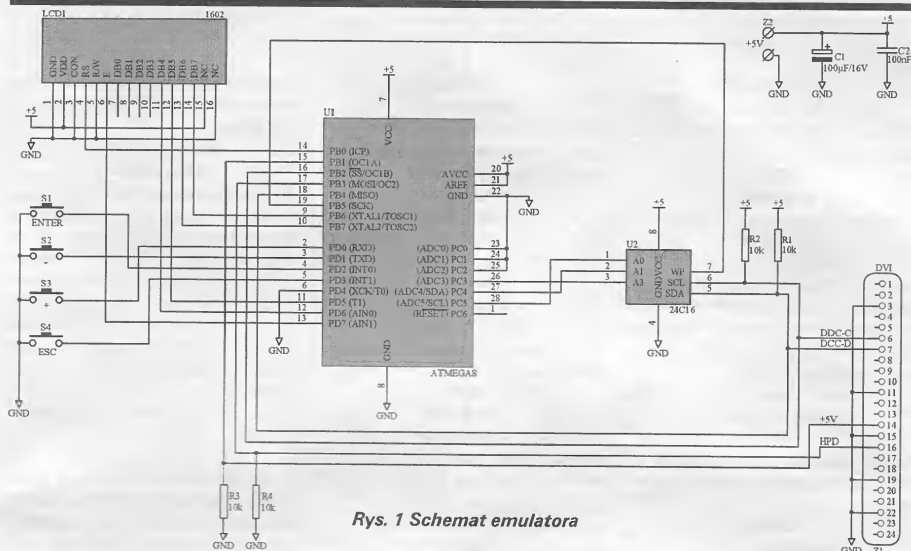
**EMULATOR
MONITORA ver.1.0**

Gdy podłączymy emulator do komputera, na wyświetlaczu ujrzymy tylko napis:

**EMULATOR
MONITORA ver.1.0**

Możemy również przejść w tryb ustawień i pracy emulatora, jako czytnik monitora. W tym celu podczas włączenia zasilania musimy trzymać wciśnięty mikropiękownik "ESC".

Tutaj mamy do dyspozycji MENU, z którego możemy wybrać następujące procedury:



Rys. 1 Schemat emulatora

- Ustaw Adres DDC
- Ustaw EDID
- Ustaw Adres 24xx
- Czytaj Monitor
- Zapisz 24xx
- Edytuj 24xx
- Suma Kontrolna

Ustaw Adres DDC

Ustala adres emulatora dla komputera. Zalecany adres 161.

Ustaw EDID

Ustala ile bajtów ma odczytać emulator z pamięci monitora. Do dyspozycji jest 128 i 256. Zalecane 128.

Ustaw Adres 24xx

Ustala adres pamięci EEPROM znajdującej

się na płycie emulatora. Zalecany adres 174.

Czytaj Monitor

Po wybraniu tej procedury i wciśnięciu "ENTER" emulator zacznie odczytywać zawartość pamięci monitora i zapisze ją do wewnętrznej pamięci mikrokontrolera. Gdy monitor jest odłączony, emulator nas o tym poinformuje. Podczas odczytu pamięci procedura została zwolniona, aby użytkownik mógł ją obserwować.

Zapisz 24xx

Procedura ta przepisuje zawartość pamięci EEPROM mikrokontrolera do pamięci Emulatora 24xx.

Edytuj 24xx

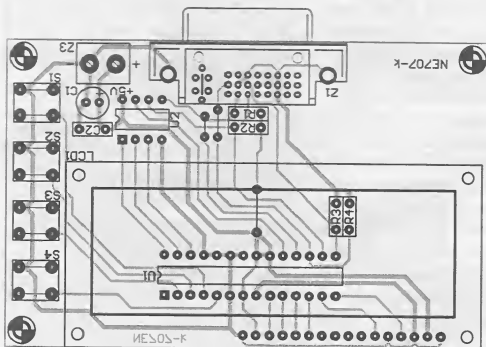
Jest to najciekawsza procedura. Umożliwia zmianę zawartości pamięci EEPROM 24xx. Możemy edytować i zapisywać dowolną komórkę pamięci z przedziału ustawionego w procedurze Ustaw EDID. Zapis danych następuje po każdym przejściu kursora z Danych do Adresu. Wyjście z procedury poprzez wciśnięcie "ESC".

Suma Kontrolna

Procedura sama oblicza sumę kontrolną, ale tylko dla ustawień 128 bajtów czyli dla EDID 1.3. Obliczoną sumę zapisuje pod adresem 127 po wciśnięciu mikroprzełącznik "ENTER".

Montaż i uruchomienie

Chyba najważniejszą czynnością przed rozpoczęciem montażu jest kontrola płytki drukowanej. Nie ma znaczenia czy płytkę wykonaliśmy we własnym zakresie czy dostaliśmy ją w zestawie. Zawsze mogą pojawić się niedotrącenia lub przerwy na ścieżkach. Aby być pewnym płytki, należy zawsze ją sprawdzić przed rozpoczęciem montażu. Najlepiej tego dokonać oglądając oświetloną płytkę pod szkłem powiększającym, czyli populiarną lupą. Po stwierdzeniu, że płytka jest poprawnie wykonana, przystępujemy do montażu zasadniczego. Jak zwykle zaczynamy od mostków. Następnie wstawiamy elementy niskoprofilowe i podstawki oraz złącza. Na zakończenie montażu wkładamy mikrokontroler ATmega8 oraz pamięć EEPROM 24C02. Pod-



Rys. 2 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej (skala 1:1)

Układy Mikroprocesorowe

łączamy napięcie zasilania +5V. Na wyświetlaczu powinniśmy ujrzeć logo powitalne:

Nowy Elektronik Emu. Monitora

Po około 3 sekundach logo zostanie wygaszone i pojawi się komunikat:

BRAK SYGNAŁU!

który będzie zmieniał się z informacją:

EMULATOR MONITORA ver.1.0

Pierwsze uruchomienie mamy zakończone sukcesem. Teraz należy przejść w tryb edycji. W tym celu odłączamy zasilanie. Wciśkami mikroprzełącznik S4 "ESC" i trzymając go włączamy zasilanie.

Na wyświetlaczu ujrzemy napis:

Nowy Elektronik Emu. Monitora.

Po puszczeniu ESC program przejdzie do MENU, a na wyświetlaczu zmieni się komunikat na:

MENU

Ustaw Adres DDC.

Po wciśnięciu S1 "ENTER" przejdziemy do stawienia adresu DDC. Mikroprzełącznikami S2 "-" i S3 "+" możemy ustawić adres DDC w zakresie od 161 do 175 ze skokiem co 2. Ustawiamy adres 161 i wciśkami "ENTER" w celu zapisania adresu do pamięci. Na wyświetlaczu na dwie sekundy pojawi się komunikat

ADRES DDC USTAWIONY

Po dwóch sekundach program przejdzie do MENU. Mikroprzełącznikiem "-" przechodzimy do opcji Ustaw EDDID. Na wyświetlaczu napis zmieni się na

MENU

Ustaw EDID

Wcisnąc "ENTER" przechodzimy do ustawienia, ile bajtów chcemy odczytać z fabrycznego monitora. Mamy do wyboru wskazując "+", "-" dwie wartości 128 i 256. Wybieramy 128 i zatwierdzamy przez wciśnięcie "ENTER". Na wyświetlaczu ujrzemy napis:

EDID USTAWIONY

Wcisnąc "-" przechodzimy do ustawienia adresu pamięci 24xx. Na wyświetlaczu zmieni się napis na:

Ustaw Adres 24xx

Wcisnąc "ENTER" i ustawiamy adres 24xx z zakresu 160-174 ze skokiem co 2. Wybieramy 174. Wcisnąc "ENTER". Na wyświetlaczu ujrzemy komunikat:

ADRES 24xx USTAWIONY

Przechodzimy do następnej opcji poprzez wciśnięcie "-". Na wyświetlaczu zmieni się napis na:

MENU Czytaj Monitor

Wcisnąc "ENTER". Jeżeli mamy nie podłączony monitor do emulatora, to na wyświetlaczu ujrzemy komunikat:

CZYTAJ MONITOR Monitor Odpięty

Po podłączeniu monitora na wyświetlaczu ujrzemy adres oraz daną, jaką emulator odczytał z tego adresu np:

CZYTAJ MONITOR Adr=1 Dane=255

Po skończeniu odczytu danych na wyświetlaczu zobaczymy napis:

DANE

ODCZYTANE

Po dwóch sekundach emulator przejdzie do głównego Menu. Odłączamy monitor i wciśkami "-" a następnie "ENTER". Przechodzimy do zapisu pamięci 24xx.

Na wyświetlaczu zobaczymy napis:

MENU

Zapis 24xx

Wcisnąc "ENTER"

Prawie natychmiast mikrokontroler przepiśze dane z wewnętrznej pamięci EEPROM do pamięci zewnętrznej emulatora (24xx).

Na wyświetlaczu ujrzemy napis:

ZAPIS 24xx

Monitor Odpięty

Następnie komunikat zmieni się na:

24xx

ZAPISANY

Jeżeli podczas próby zapisu pamięci 24xx jest podpięty monitor, to emulator nie pozwoli zapisać danych do 24xx. Informacja ta pojawi się na wyświetlaczu:

ZAPISZ 24xx

Odepnij Monitor

Po odłączeniu monitora dane zostaną przepisane do 24xx.

Po przejściu do głównego MENU wciśkami "-" i wybieramy edycję 24xx. Po wciśnięciu "ENTER" na wyświetlaczu ujrzemy:

EDYTUJ 24xx

Adr=0 Dane=0

oraz kursor pod wartością Adr. zmieniając adres poprzez wciśnięcie "+" lub "-". Aby przejść do edycji danych wciśkami "ENTER". Edycję danych dokonujemy poprzez wciśnięcie "+" lub "-". Powrót do adresu przez wciśnięcie "ENTER". Wyjście z trybu edycji następuje po wciśnięciu "ESC". Każde przejście z danych do adresu powoduje zapisanie zmiany pod tym adresem. Po powrocie do głównego MENU wciśkami "-" i przechodzimy do sumy kontrolnej.

Na wyświetlaczu ujrzemy napis:

MENU

Suma Kontrolna

Wcisnąc "ENTER". Emulator obliczy sumę kontrolną i zapisze ją. Na wyświetlaczu pojawi się napis:

SUMA KONTROLNA

Suma zapisana

Po tej operacji emulator jest gotów do pracy. Aby się o tym przekonać podłączamy napięcie zasilania. Podłączamy emulator do komputera. Włączamy zasilanie i włączamy komputer. Windows powinien zobaczyć emulator jako nowy monitor i o tym poinformować. To samo dotyczy systemu Linux. Z tą różnicą, że nie wszystkie dystrybucje Linuxa poinformują o znalezieniu nowego sprzętu podłączonego do komputera. Wówczas należy wyświetlić informacje ręcznie.

Na zakończenie ważna informacja. Każda zmiana w pamięci EEPROM 24xx musi zostać zakończona obliczeniem sumy kontrolnej oraz włączeniem i wyłączeniem komputera lub ręcznym usunięciem, a następnie wyszukaniem ręcznym lub automatycznym nowego sprzętu.

Spis elementów

Rezystory:

R1 - 10k
R2 - 10k
R3 - 10k
R4 - 10k

Kondensatory:

C1 - 100µF/16V
C2 - 100nF

Układy scalone:

U1 - ATmega8 zaprogramowany
U2 - 24C02 lub odpowiednik

Inne:

LCD1 - 1602
Z1 - Złącze DVI
Z2 - ARK2
Z3 - PLS16
Z4 - PB16S

Podstawa - DIL28W

Podstawa - DIL8

S1 - mikroprzełącznik

S2 - mikroprzełącznik

S3 - mikroprzełącznik

S4 - mikroprzełącznik

Płytką - 707-k

TOP249 - zasilacz impulsowy 5V/12A

Zestaw 706-k

Układy TOPxxx są zapewne dobrze znane. Również program do projektowania zasilaczy impulsowych opartych na powyższych układach. Jednak TOP249 rzadko wykorzystywany jest w konstrukcjach amatorów. Aby to zmienić, w redakcji NE opracowaliśmy zasilacz impulsowy o prądzie 12A i napięciu wyjściowym 5V.

Układy serii TOP2xx produkowane są przez firmę Power Integrations. Firma zaprojektowała jeden z najlepszych zasilaczy impulsowych. Każdy z układów zawiera w sobie:

- układ zasilania i zabezpieczenia
- klucz tranzystorowy
- oscylator skompensowany temperaturowo
- modulator PWM
- wzmacniacz błędów
- zabezpieczenie przed przegrzaniem

Dużo tego wszystkiego, ale dzięki temu układ wymaga niewiele elementów zewnętrznych. Producent zadbał również o wygodę konstruktora. Ze strony firmowej www.powerint.com można pobrać program PIExpert. Służy on do projektowania zasilaczy impulsowych opartych na układach TOPxxx. Konstruktor ogranicza się do podania parametrów, jakie go interesują, natomiast

program sam dobiera typ układu, typ schematu, wartości elementów, elementy indukcyjne, w tym transformator. Konstruktorowi pozostaje zaprojektować płytkę PCB. Tęgi nie jest program nie robi. A szkoda, bo projekt płytki jest prosty elektrycznie, ale rozmieszczenie elementów oraz prowadzenie ścieżek ma decydujące znaczenie dla prawidłowego działania zasilacza. Dla tych, którzy są ciekawi różnych rozwiązań PCB, producent udostępnił noty aplikacyjne wraz z projektami obwodów drukowanych.

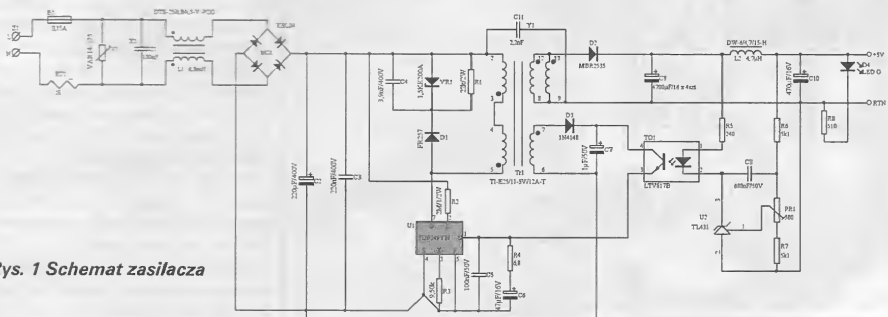
Po zapoznaniu się z dokumentacją przyszedł czas na pierwsze uruchomienie programu PIExpert i zaprojektowanie pierwszego zasilacza. Z zakładki File wybieramy New. W oknie, które zostało otworzone, wybieramy rodzinę układów TopSwitch-GX. Typ obudowy i częstotliwość pracy wewnętrznej generacji pozostawiamy bez zmian. Pozostało wybrać, w ja-

kiej obudowie ma pracować zasilacz. W otwartej, czy zamkniętej? Nasz zasilacz ma pracować w obudowie zamkniętej, czyli wybieramy Adapter. Zatwierdzamy wybrane ustawienia i przechodzimy do następnego okna - parametry wejściowe. Tutaj nic nie zmieniamy, tylko ograniczamy się do zatwierdzenia i przejścia do następnego okna. W oknie parametry klikamy na przycisk Add. W nowym podoknie wpisujemy 5V i 12A. Zatwierdzamy i przechodzimy do następnego okna, w którym nic nie zmieniamy i wciskamy przycisk Zakończ. Program zacznie obliczenia. Po krótkiej chwili poprosi nas o wybranie typu rdzenia do transformatora. Nic nie zmieniamy i wciskamy OK. W następnym oknie wybieramy transformator E25/11-H-13P Ferryster Recommended. Ten typ transformatora pojawi się, gdy mamy za instalowane biblioteki transformatorów z polskiej firmy Ferryster. Biblioteki oraz sam program można pobrać ze strony www.ferryster.pl. Wciskamy Open i po chwili mamy zaprojektowany zasilacz. Możemy wybrać zakładkę ze schematem blokowym lub ze spisem elementów oraz fragmentami schematu, które ulegają zmianie lub zakładkę z konstrukcją transformatora.

Na rys. 1 został przedstawiony schemat zaprojektowany przy pomocy PIExpert. W schemacie zostały wprowadzone drobne zmiany. Dodany termistor w układzie zasilania, zmieniony tranzystor (większa moc), zmieniony transoptor i rezystor wpięty szeregowo z diodą nadawczą oraz układ wyprowadzeń transformatora. W zasadzie poza transilem były to zmiany kosmetyczne. Transil zaproponowany przez program, przy pełnym obciążeniu zbyt mocno się nagrzewał. Po wymianie jego temperatura znacznie spadła i wynosiła około 45-50st.C. Dodanie termistora ma za zadanie ograniczenie prądu, gdy zasilacz będzie pracował w zamkniętej obudowie przy pełnym obciążeniu. Transoptor został zmieniony z przyczyn praktycznych (łatwiej jest dostać z grupy B). Również układ wyprowadzeń transformatora został zmieniony tylko i wyłącznie z przyczyn praktycznych. Przy takim układzie łatwiej było nawiązać transformator i ułożyć wyprowadzenia.

Montaż i uruchomienie

Po wykonaniu lub otrzymaniu płytki drukowanej należy ją bardzo starannie sprawdzić, szukając zwarców lub przerw na płycie. Po



Rys. 1 Schemat zasilacza

stwierdzeniu, że płyty jest dobrze wykonana, przystępujemy do montażu. Nie ma najmniejszego znaczenia, od czego zaczniemy montaż. Ważne jest, aby wluwować wszystkie elementy. Zasilacze z układami TOPxxx nie można uruchamiać etapami. Przy podaniu napięcia zasilania muszą być wylutowane wszystkie podzespoły. Jednak, aby ułatwić sobie zadanie, dobrze jest zacząć montaż od elementów niskopiętlowych, a zakończyć na wylutowaniu TP249 z zamocowanym radarem oraz diody prostowniczej również z zamocowanym radiatorem. Teraz pozostało sprawdzić poprawność montażu i usunąć resztki topnika, który pozostał po lutowaniu. Jeżeli wszystko wykonaliśmy poprawnie, można w podstawkę włożyć bezpiecznik i wykonać pierwsze uruchomienie. Bezpiecznik powinien być 3,15A. Tak duża wartość bezpiecznika wymagana jest ze względu na uder prądu, jakie występuje podczas gwałtownego ładowania kondensatora filtrującego napięcia

zasilania. Gdyby zasilacz był włączany zawsze w zerze lub miał miękki start, bezpiecznik miałby znacznie mniejszą wartość. Po podłączeniu zasilania dioda LED powinna się zaświecić. Miernikiem ustawionym na zakres 20V sprawdzamy napięcie na wyjściu zasilacza. Powinno wynosić +5V. Oczywiście nie będzie to idealne 5V. Jak zapewne pamiętamy podczas podawania parametrów (napięcia wyjściowego) można było również określić dopuszczalne odchylenia. Jeżeli na wyjściu zasilacza jest +5V, to stopniowo obciążamy zasilacz. Zaczynamy od kilku watów, a kończymy na 60W. Miernikiem temperatury cały czas kontrolujemy temperaturę elementów. Główne U1-TOP249, diody D2-MBR2535 oraz tranzystora VR1-1,5KE200A. Ważna jest również temperatura kondensatora C4 i rezystora R1 pracujących równolegle z VR1. Jeżeli temperatura nie przekracza 50-60 st.C zasilacz jest gotów do pracy. Jeżeli temperatura przekracza 60 st.C wówczas musimy wszystko dokładnie sprawdzić. Prawdopodobnie popełniliśmy błąd montażowy lub źle został nawinięty transformator.

Kolejnym eksperymentem z dziedzin audio jest efekt pogłosu, czyli powtarzania dźwięku na zasadzie naśladowania naturalnego odbicia fal poprzedniej od obiektów odległych od źródła. Istnieją specjalistyczne układy do obróbki sygnałów analogowych zwane procesorami DSP (Digital Signal Processor). Są drogie i trudne do nabycia, a także skomplikowane pod względem programowania. Do konstrukcji opartych o te układy potrzebny jest także specjalistyczny osprzęt serwisowy. Posiadając wiele złożonych funkcji. Chcąc zaobserwować naśladownictwo jednego efektu można pójść na uproszczenie i zbudować prymitywniejszy układ z elementów dyskretnych, co w zupełności satysfakcjonuje. Właśnie pomysł takiego układu został zrealizowany w tym artykule.

Budowa i działanie

W układzie wykorzystano podwójne przetwarzanie cyfrowe dźwięku. Składa się on z kilku modułów.

Zacznijmy od modułu sterującego. W module tym pracuje NE555(U1) jako generator taktujący. Częstotliwość pracy generatora jest zmieniana w zakresie 25..82kHz.

Steruje pracą licznika CD4017(U2), który jest rozdzielaczem sygnałów. Licznik ten pracuje na zasadzie 1 z "n". Oznacza to, że w danym takcie stan wysoki pojawia się tylko na jednym wyjściu. Ilość taktów przypadających na cykl ustala się sprzężeniem zwrotnym jednego z wyjść do wejścia RST. Wytwarzane w nim są cztery sygnały taktowania dla liczników CD4024(U4 i U5) - linii adresowych pamięci, zapisu i odczytu pamięci oraz sygnały zapisu, odczytu i twarcia sterującą pracą przetworników. Funktory z układu CD40411(U3) służą jako negatory wybranych sygnałów. Jako pamięć zastosowany został układ HM6264 o rozmiarze 64Kb (65535B) i organizacji osmíobitowej. Na schemacie można zobaczyć, że linie adresowe i linie danych nie są ponumerowane kolejno i nie są połączone kolejno zgodnie z adresami licznikowymi i danymi przetworników. Nie jest istotne, aby kolejność bitów została zachowana. Ważne jest tylko, aby zapis i odczyt danej następował przy tym samym adresie. Taki sposób połączeń dał możliwość zminiaturyzowania rozmiarów płytki.

Następnym modulem jest przetwornik analogowo-cyfrowy. W skład modułu wchodzi układ ADC0804(U8) oraz wzmac-

Spis elementów

Rezvystory:

- R1 - 22k - 2W
R2 - 1M - 1/2W
R2' - 1M - 1/2W
R3 - 9,50k - 1/2W - 1%
R3' - dobracz z R3
R4 - 6,8 - 1/8W
R5 - 240 - 1/8W
R6 - 5,1k - 1/8W - 1%
R7 - 5,1k - 1/8W - 1%
R8 - 510 - 1/8W
RT1 - 10
PR1 - 500

Kondensator:

- Condensatory.
C1 - 100nF - X1
C2 - 220uF/400V
C3 - 220nF/400V
C4 - 3.9nF/400V
C5 - 100nF/50V
C6 - 47uF/16V
C7 - 1uF/50V
C8 - 680nF/50V
C9 - 4700uF/16V
C10 - 470uF/16V
C11 - 2.2nF - Y1

Półprzewodniki:

- U1 - TOP249YN
U2 - TL431
TO1 - LTV817B
MG1 - KBL04 lub RS405
D1 - UF5407 lub UF5408
D2 - MBR2535CT
D3 - 1N4148
D4 - LED R 3
VR1 - 1.5KE200A

Indukcyine:

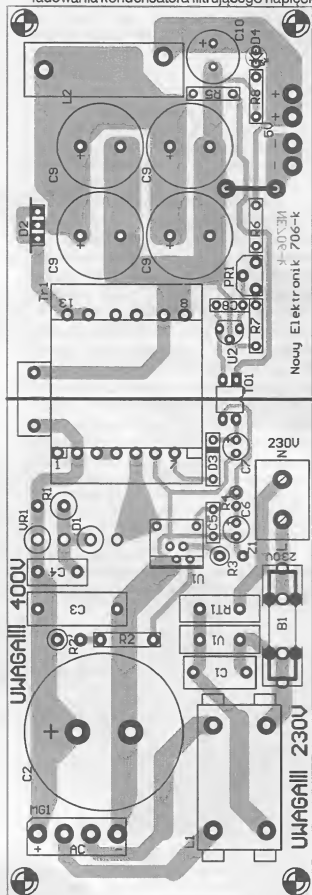
- L1 - 6mH
L2 - 2.2uH - 10uH
Tr1 - E25/11 ze szczeliną 0.303mm
Uzw. pierwotne 2 - 5* (3 i 4 zwarte)
Uzw. pomocnicze (bias) 6 - 7*
Uzw. wtórne 8,9 - 12*13*

Warvstory:

- V1 - VAR14-275

Bezpieczniki:

- Złącza:**
Z1 - ARK3/7,5
Z2 - ARK3/7,5



Rys. 2 Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej (skala 1:1)

Cyfrowe ECHO



Zestaw 398-k

Cyfrowe echo działa jak prawdziwe echo w lesie. Opóźnia dźwięk i powtarza go wielokrotnie. Opóźnienie i liczba powtórzeń jest regulowana

niacz analogowy TL074(U9B i C). ADC0804 jest 8-bitowym przetwornikiem analogowo-cyfrowym. Przystosowany jest do pracy w systemach mikroprocesorowych i zasilany jest standardowo napięciem 5V. Poziom konwersji sygnału jest też 5V. Produkowany jest w dwurzędowej obudowie plastikowej DIL-20. Opis wypro-

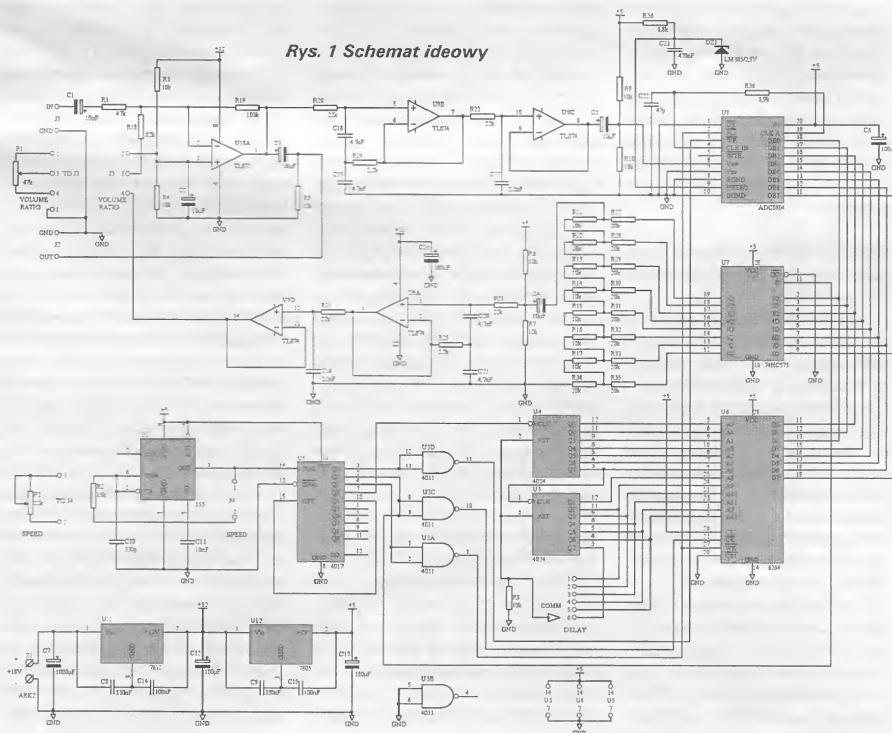
wadzeń i ich znaczenie:

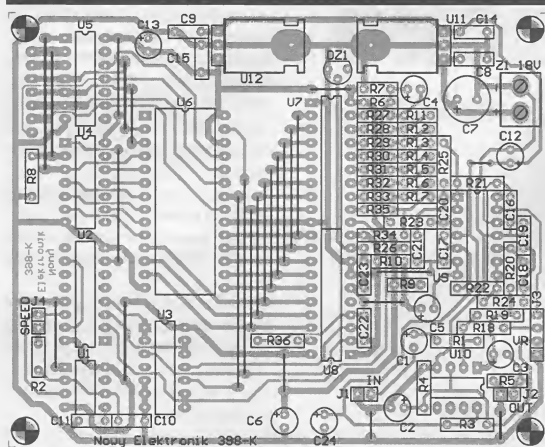
- zasilanie V+ (PIN 20), masa układu cyfrowa DGND (PIN 10) i analogowa AGND (PIN 8)
- napięcie referencyjne Vref/2 (PIN 9) napięcie odniesienia może zawierać się w przedziale od 5V. 2.5V chociaż eksperymenty z niższym napięciem także

przyniosły sukces, w naszym przypadku jest to 2,5V uzyskane na diodzie referencyjnej LM385/2,5 (DZ1); dioda ta połączona jest przez rezystor 1,8k (R26), ale układ posiada wewnętrzny rezystor 12k, co daje razem ok. 1,5k czyli przepisowo według instrukcji serwisowej

- wyjścia: szyna danych kolejno DB7 (PIN 11) .. DB0 (PIN 18)
- wejścia: analogowe nieodwracające Vin+ (PIN 6) oraz odwracające Vin- (PIN 7)
- generator zegarowy (taktujący) CLK R (PIN 19) i CLK IN (PIN 4) pomiędzy CLK R i CLK IN podłącza się rezystor, a CLK IN do masy przez kondensator elementu R i C wyznaczają częstotliwość pracy generatora
- wejście: start przetwarzania WR (PIN 3) aktywowany zboczem opadającym
- wyjście: potwierdzenie zakończenia przetwarzania INTR (PIN 5) w tym momencie zamieniony sygnał analogowy na cyfrowy znajduje się w rejestrze w postaci ośmiu bitów i gotowy jest do

Rys. 1 Schemat ideowy





Rys. 2 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej (skala 1:1)

- odczytania
- wejście: odczyt danych RD (PIN 2) aktywowany stanem niskim, ponieważ układ wyposażony jest w bufor trójsztanowy na wyjściu. W czasie trwania tego stanu przetworzone dane wystawiane są na szynie danych tak długo, aż nie pojawi się kolejny stan na INTR, przy stanie wysokim wszystkie wyjścia ustawiane są w stan wysokiej impedancji
- wybór układu: CS (PIN 1) aktywowany stanem niskim, ponieważ w systemie może pracować wiele przetworników, które obsługiwane są tymi samymi sygnałami WR, RD i INTR. Sygnał CS decyduje, który z układów ma wykonać polecenie

Przetwornik może być sterowany mikroprocesorem lub nie. Są trzy sposoby obsługi przetwornika:

1. pracuje wolnobieżnie, gdzie sygnał WR przychodzi z częstotliwością mniejszą od zegarowej, wtedy układ rozpoczyna konwersję za każdym impulsem i jest w stanie przetworzyć daną, natomiast sygnał RD pojawia się na żądanie, ale nigdy w tym samym czasie wyjście INTR nie jest wykorzystywane
2. pracuje wolnobieżnie, gdzie sygnał WR połączony jest z INTR i częstotliwość przetwarzania zależna jest od częstotliwości zegarowej i trwania cyklu przetwarzania wyznaczonej sygnałem INTR; wtedy układ rozpoczyna konwersję za każdym impulsem, jaki pojawi się na INTR i odczyt danej musi zmieścić się w czasie przetwarzania
3. pracuje zależnie od sygnałów, jakie pojawiają się na wejściach i wyjściach,

może być sterowany procesorem lub innym układem uzależnień czasowych, gdzie wszystkie stany są zsynchronizowane

Częstotliwość pracy zegara taktującego podawana jest przez producenta i wynosi ok. 640KHz. W naszym przypadku wynosi ona ok. 720KHz. Przy tej częstotliwości można osiągnąć szybkość konwersji ok. 10KHz. Wartość ta została zmierzona, a nie podana przez producenta. Zwiększanie częstotliwości pracy generatora taktującego przetwornika nie powoduje zwiększenia szybkości przetwarzania. Można to sprawdzić mierząc częstotliwość na wyjściu INTR. Wyjście to dostarcza sygnału KONIEC KONWERSJI. Oznacza to, że przetwornik wykonał pracę, zapisał wartość do rejestru wewnętrznej i gotowy jest do przetwarzania następnej próbki lub do odczytania aktualnej z rejestru. Kolejnym modulem jest przetwornik cyfrowo-analogowy, a właściwie jego uproszczony układ zastępczy skonstruowany z zatrzasku 74HC573 (U7) i drabinki rezystorów połączonych równolegle-s szeregowo, podobnie jak w popularnym układzie COVOX. 74HC573 składa się z ośmiu przerzutników typu LATCH. Wyzwalany jest poziomem. Dane znajdujące się na wejściach "D" układu przepisywane są natychmiastowo w momencie pojawienia się stanu wysokiego na wejściu zegarowym zatrzasków. Szybkość przetwarzania zależy właściwie od czasu ustalania się napięcia na rezystorach. Na wyjściu przetwornika znajduje się wzmacniacz analogowy TL074 (U9A) i D. Ostatnim modulem jest wzmacniacz sumujący

TL072 (U10), pracujący jako korelator. Zasilanie modułów jest: +12V (LM7812 [U11]) dla części analogowej i +5V (LM7805 [U12]) dla części cyfrowej. Stabilizatory połączone są szeregowo tzn. stabilizator 12V jest zasilany z 18V napięcia stałego, natomiast stabilizator 5V podłączony jest do napięcia 12V. Jak to działa? Na wejście wzmacniacza sumującego przez kondensator C1 i rezystor R1 podawany jest sygnał audio. Na wyjściu tego wzmacniacza pojawia się sygnał analogowy wzmacniony ok. 2x. Jest to wyjście audio. Dodatkowo sygnał ten jest podawany na wzmacniacz przetwornika analogowo-cyfrowego. Wejście przetwornika jest spolaryzowane wstępnie napięciem ok. 2,5V rezystorami R9 i R10. Pojawia się sygnał START KONWERSJI na wejściu WR (pin 3) przetwornika. Od tego momentu próbka sygnału z danej chwili przetwarzana jest na 8-bitową wartość i zatrzaskiwana w wewnętrzny rejestr przetwornika. Następnie pojawia się sygnał OE/CK, który otwiera wyjście pamięci i wpisuje do zatrzasku przetwornika cyfrowo-analogowego wartość spod tego samego adresu, nawet jeżeli są tam wartości niepożądane, a zdarza się to w momencie włączenia zasilania przez krótką chwilę, zanim cykl adresowania nie osiągnie rozmiaru jednego obiegu adresu pamięci. Sygnał przetwarzany jest bezpośrednio i podawany jest na wzmacniacz przetwornika. Następnie pojawia się on na wejściu wzmacniacza sumującego przez potencjometr P1, który reguluje się poziom sygnału. Sygnał WE/WR powoduje otwarcie rejestru wyjściowego przetwornika analogowo-cyfrowego i zapis przetworzonej wartości w bieżącym cyklu do pamięci. Następnie przychodzi sygnał CK dla liczników i zwiększana jest wartość adresu o 1. Dzieje się to tak długo, aż na wejściach RST liczników nie pojawi się stan wysoki. Stan ten wybierany jest z linii adresowych przy pomocy przełącznika DELAY, czyli opóźnienie. Jednocześnie przełącznikiem tym ustalamy ilość odbić w ECHO, zaś potencjometrem P2 ustalamy szybkość powtarzania ECHO. Ponieważ na wzmacniaczu sumującym wartość poziomu sygnału przychodzącego z przetwornika cyfrowo-analogowego jest mniejsza niż na wyjściu, dlatego za każdym cyklem sygnał powtarzany jest coraz słabszy. Dodatkowo stosunek poziomów sygnału można ustalić zmieniając w niewielkich granicach rezystor R18. Jeżeli ktoś chce, może w obwód tego rezystora wsta-

wieć przełącznik i w miarę potrzeby włączać i wyłączać efekt ECHO. Układ jest monofoniczny. Chcąc zastosować go do urządzeń stereofonicznych należy zastosować dwa takie układy.

Montaż i uruchomienie

Montaż układu należy rozpocząć od sprawdzenia płytki drukowanej. Należy wzrokowo stwierdzić czy nie ma zwarć i pęknięć na ścieżkach. Przy niepewności można zmierzyć to np. omomierzem. Z powodu dużej ilości układów scalonych, warto użyć podstawki. Ułatwi to pracę i pozwoli uruchamiać etapami wkładając kolejno układy scalone i badając stany w określonych punktach. Układy scalone w lutujemy na końcu, po sprawdzeniu na każdym z nich napięcia zasilania. Na wzmacniaczach operacyjnych powinniśmy mierzyć 12V (U9 PIN4+, PIN11-; U10 PIN8+, PIN4-), a na pozostałych układach 5V. Rozpoczynamy od wlotowania zwór. Z powodu braku miejsca na płytce zwory nie zostały ponumerowane, ale są oznaczone grubszymi liniami niż zazwyczaj, więc powinny być widoczne. Jest ich 24. W egzemplarzu modelowym zwory wyko-

nane są z drutu miedzianego posrebrzonego o średnicy 0,4mm. Następnie wlotujemy rezystory, potem kondensatory zwykłe i na koniec pozostałe elementy. Do stabilizatorów U11 i U12 nie będą potrzebne podstawki. Wlotujemy je bezpośrednio na płytkę. Potencjometr P2 i przełącznik DELAY połączone są z płytką zwykłymi przewodami, może to być taśma przewodowa kilkużyłowa. Potencjometr P1 należy połączyć z płytką przewodami ekranowanymi. Powinny być to trzy przewody, z których "gorące" żyły to połączenia, a ekrany tych przewodów połączone razem, przyłutowane do masy układu czyli GND. Do uruchomienia przydatna jest sonda logiczna. Jeżeli już wszystkie elementy zostały wlotowane, należy jeszcze raz sprawdzić czy nie ma zwarć i/lub zimnych lutów. Teraz można podłączyć zasilanie (18V) i sprawdzić całość. Przy pomocy sondy możemy stwierdzić obecność przebiegów. Istotne punkty to: wyprowadzenia 2,3,4,7,10,14 i 15 (U2). W tych miejscach sprawdzamy wchodzące i wychodzące sygnały sterujące. Jeżeli pojawiają się, to możemy założyć, że układ pracuje. Teraz można podłączyć do wej-

ścia sygnał analogowy. Nie podłączamy generatora sygnałowego, ponieważ poziom sygnału i częstotliwość jest stała i nie zaobserwujemy efektu ECHO. Należy podłączyć sygnał np. z radia, magnetofonu lub CD. Poziom sygnału nie powinien przekraczać 1V. Do wyjścia podłączamy wzmacniacz akustyczny. Zmieniając pozycję przełącznika DELAY możemy regulować ilość odbici, regulując potencjometrem P2 zmieniamy szybkość ECHO. Szeregowo z potencjometrem R2 połączony jest rezystor R2(15k). Ogranicza on maksymalną częstotliwość pracy generatora taktującego. Przetwornik A/D pracuje z własną częstotliwością. Jeżeli częstotliwość generatora podstawowego jest zbyt duża, a tym samym polecenie rozpoczęcia konwersji trwa zbyt krótko (mniej niż 100ns), to przetwornik nie będzie przetwarzał. Należy wtedy skorygować wartość tego rezystora - zwiększyć go. Czas opóźnienia dźwięku waha się w zakresie 360...770ms. Potencjometrem P1 regulujemy stosunek poziomu ECHO do poziomu sygnału wejściowego.

Spis elementów

Rezystory:

R1 - 47k
R2 - 15k
R3 - 10k
R4 - 10k
R5 - 10k
R6 - 10k
R7 - 10k
R8 - 10k
R9 - 10k
R10 - 10k
R11 - 10k
R12 - 10k
R13 - 10k
R14 - 10k
R15 - 10k
R16 - 10k
R17 - 10k
R18 - 82k
R19 - 100k
R20 - 22k
R21 - 22k
R22 - 22k
R23 - 22k
R24 - 2,2k
R25 - 2,2k
R26 - 1,8k
R27 - 20k
R28 - 20k

R29 - 20k
R30 - 20k
R31 - 20k
R32 - 20k
R33 - 20k
R34 - 20k
R35 - 20k
R36 - 3,9k

Kondensatory:

C1 - 10µF
C2 - 10µF
C3 - 10µF
C4 - 10µF
C5 - 10µF
C6 - 100µF
C7 - 1000µF
C8 - 330nF
C9 - 330nF
C10 - 330p
C11 - 10nF
C12 - 100µF
C13 - 100µF
C14 - 100nF
C15 - 100nF
C16 - 2,2nF
C17 - 2,2nF
C18 - 4,7nF
C19 - 4,7nF
C20 - 4,7nF
C21 - 4,7nF

C22 - 47p
C23 - 470nF
C24 - 100µF

Półprzewodniki:

DZ1 - LM385,2,5V

Układy scalone:

U1 - 555
U2 - 4017
U3 - 4011
U4 - 4024
U5 - 4024
U6 - 6264
U7 - 74HC573
U8 - ADC0804
U9 - TL074
U10 - TL072
U11 - 7812
U12 - 7805

Inne:

P1 - 47k
P2 - 22k
Z1 - ARK2
J1 - PLS2
J2 - PLS2
J3 - PLS3
J4 - PLS2
Płytki - 398-K

Programowalny termostat czterokanałowy

Zestaw 399-k



Urządzenie to umożliwia kontrolę temperatury w czterech niezależnych punktach. Zakres wskazań wynosi -273..226 st.C. Zakres ustawień wynosi -100..200 st. C. Zakres wartości kontrolowanej temperatury jest zależny od zastosowanego czujnika. Przy LM335 w granicach -40..100 st.C.

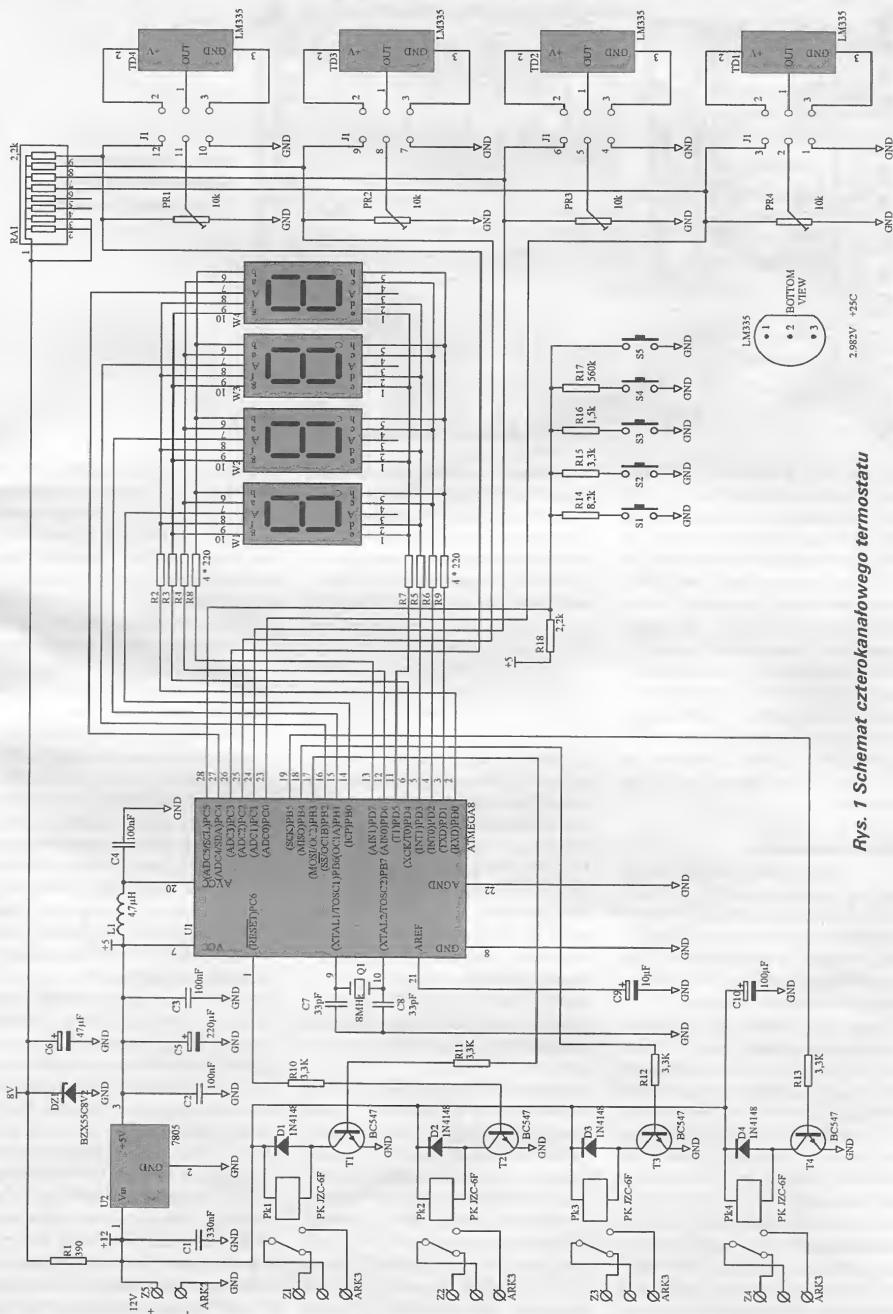
Czasami zachodzi konieczność śledzenia temperatury w kilku urządzeniach jednocześnie lub w jednym urządzeniu w kilku miejscach i w zależności od jej wartości uruchomienia, np. zasilania elementu grzejnego lub chłodzącego, bądź też sygnalizacji alarmowej. Nieraz potrzebna jest kontrola temperatury w pomieszczeniach mieszkalnych lub magazynowych itp. Ze względu na specyfikę działania takiego termostatu jest on trudnodostępny na rynku jako odrębne urządzenie. Z tego powodu pomysły realizacji takiego układu trafił do naszego warsztatu.

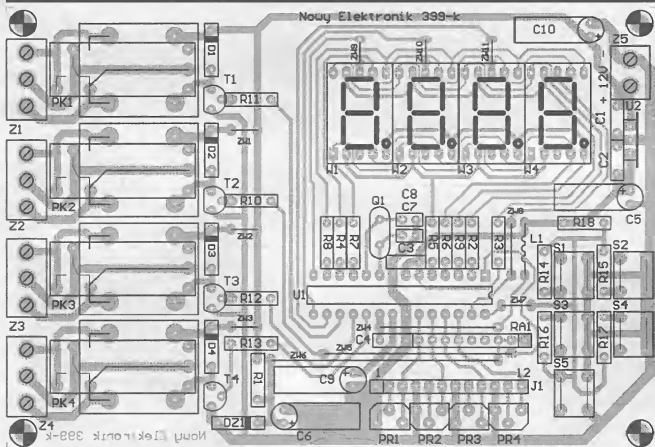
Budowa i działanie

Konstrukcja termostatu jest prosta. Elementem bazowym jest procesor firmy ATMEL z rodziny AVR typu ATmega8, taktowany częstotliwością generatora kwarcowego 8MHz oraz cztery czujniki temperatury. W egzemplarzu modelowym jako detektory temperatury zastosowano popularne układy scalone LM335. Cała natomiast tajemnica tkwi w oprogramowaniu. Tym razem opis budowy i działania rozpoczniemy od zasilania. Cały moduł zasilany jest napięciem stałym stabilizowanym o wartości 12V. Z tego napięcia tworzone są dwa do-

datkowe napięcia: 5V, którym zasilany jest procesor, wyświetlacz oraz przyciski programujące i ok. 8V, którym zasilane są czujniki temperatury. Przekazniki zasilane są bezpośrednio z 12V. Wartość temperatury i ustawień w naszym urządzeniu, obrazowana jest na czterech wyświetlaczach siedmiosegmentowych typu LED. Wyświetlacze takie zastosowane zostały z powodu jasności świecenia, tak aby informacja była widoczna z większej odległości, nawet gdy oświetlenie otoczenia jest słabe. Wyświetlacze takie posiadają wspólną elektrodę. W tym przypadku jest to anoda, czyli wspólny plus zasilania 5V. Pracują one w systemie multipleksowym czyli przełącznym. Są ominięte cyklicznie z pewną częstotliwością tak, że w danej chwili tylko jeden z nich jest aktywowany. Posiadają pewną bezwładność świecenia, co posiada także oko ludzkie i przy częstotliwości ok. 125Hz zachodzi zjawisko złudzenia ciągłości świecenia wszystkich wyświetlaczy. Aby uzyskać dużą jasność świecenia w takim trybie, należy na segmenty wyświetlacza podać większą wartość prądu niż w trybie standardowym. Wartość prądu segmentu przy zasilaniu 5V i rezystorze szeregowym 220 omów wynosi ok. 13,5 mA. W przypadku włączenia

wszystkich segmentów, włącznie z punktem dziesiątym, sumaryczna wartość prądu anody wynosi 108mA. Stosując procesory z serii '51, abyysterować anody należało zastosować dodatkowy tranzystor, ponieważ obciążalność wyjść z procesora była zbyt mała. W procesorze ATmega8 obciążalność wyjść jest nieco większa, dlatego postanowiliśmy zaeksperymentować i wysterowaliśmy je bezpośrednio z portów. Przy tej wartości prądu procesor nie grzał się i nie uszkadzał, więc udało się. Do pomiaru temperatury wykorzystaliśmy wejścia przetworników analogowo-cyfrowych. Procesor posiada 6 takich wejść. Z instrukcji serwisowej tego procesora wynika, że przetworniki ponumerowane są od 0 do 5 i pierwsze 4 są dziesięciobitowe, natomiast pozostałe dwa są ośmiobitowe. Firma ATMEL ma to do siebie, że dokonuje częstych zmian w konstrukcji procesorów, a z badań warsztatowych wynika, że wszystkie przetworniki w procesorze posiadają rozdzielczość 10 bitów. Według tych danych do pierwszych czterech podłączane są kolejno czujniki TD1..TD4. Każdy z czujników posiada trzy wyprowadzenia: 1 - wejście kalibracji, 2 - zasilanie i jednocześnie wyjście pomiarowe, 3 - masa (GND) i zasilany jest przez rezystor 2,2k z napięcia 8V. Dodatkowo do każdego czujnika dołączony jest potencjometr 10k, który służy do kalibracji temperatury. Same czujniki temperatury nie są umieszczone na płycie lecz montowane są na przewodach tak, aby sięgały do miejsc, w których ma być mierzona temperatura. Elementami wykonawczymi są przekazniki sterowane poprzez tranzystory. Z przekazników zostały wyprowadzone zaciski styków zwieranych i rozziwionych tak, aby użytkownik mógł podłączyć dowolne urządzenie chłodzące lub grzejące. Każdy z przekazników jest wyposażony dodatkowo w diodę podłączoną równolegle do cewki katodą do plusa zasilania, zabezpieczającą tranzystory i pozostałe elementy na płycie przed działaniem indukcji wtórnej. Szczególnie wrażliwym na przepięcia jest procesor. Ostatnim podzespołem jest klawiatura przełączników sterujących. Jest ich 5. Z braku odpowiedniej ilości wyprowadzeń zastosowano pewien "TIPS". Przełączniki podłączono do przetwornika A/D nr 5 przez dzielniki rezystorowe składające się z rezystorów od R14 do R18. R18 jest wspólny dla wszystkich. Pozostałe rezystory podłączone są do masy poprzez przełączniki. W momencie wciśnięcia na przetworniku A/D pojawia się określone napięcie charakterystyczne dla danego przycisku. Wartości rezystorów zostały tak dobrane, aby skok wartości napięcia pomiędzy przyciskami wynosił ok. 1V. W ten sposób czytając wartość z przetwornika uzyskujemy 5 różnych napięć, co odpowiada pięciu przyciskom.





Rys. 2 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej (skala 1:1)

1 tak przycisk 1 to 5V, 2 to 4V, 3 to 2V, 4 to 1V i 5 to 0V. Rezystory posiadają tolerancję nawet ok. 20%, więc zostało to uwzględnione w programie, aby nie zamartwiać się zbytnio o ich wartość. Z braku wyprowadzeń również PIN-1 (port C.6) standardowo jako RESET, został również wykorzystany do sterowania przełącznikiem. Na etapie programowania można zmienić asynch. tego wyprowadzenia. Parametry pracy termostatu są ustawiane programowo, dlatego do zapamiętywania ustawień użyta została wewnętrzna pamięć EEPROM. Czas pomiaru temperatury włączonej z analizą i porównaniem z ustawieniami dla każdego z czujników wynosi ok. 10ms, czyli cykl pomiarowy trwa ok. 40..50ms.

Montaż i uruchomienie

Wszystkie elementy oprócz czujników powinny być wylutowane w płycie. Zanim przystąpimy do lutowania powinniśmy wykonać standardowe czynności. Sprawdzamy wzrokowo, czy na płycie nie ma zwarcia i przerw w ścieżkach. Dla większej pewności można posłużyć się lupą i przyrządem pomiarowym np. omomierzem. Jeżeli wszystko jest poprawnie, to możemy zacząć lutować. Najlepiej zacząć od elementów, które mają najniższy profil czyli od zwór. Jest ich 11. Zwory wykonujemy drutem miedzianym o średnicy ok. 0,4mm. Może być to drut posrebrzany. Następnie lutujemy rezystory, przyciski, podstawkę pod procesor, wyświetlacze, przełączniki itd. W sumie kolejność nie ma istotnego znaczenia, ale w ten sposób możemy uniknąć błędów w lutowaniu przez zaciemnianie wyższymi elementami niższych. Po zmontowaniu sprawdzamy jeszcze raz czy na płycie nie zrobiliśmy zwarcia ścieżek cyną. Jak wyżej wspomniiano czujniki temperatury nie

są umieszczone na płycie i można wstępnie włączyć układ bez podłączonych czujników. Zanim włożymy procesor w podstawkę, należy jednak sprawdzić czy na wyprowadzeniach zasilających części analogowej i cyfrowej panuje napięcie 5V. Są to wyprowadzenia VCC(PIN7) i AVCC(PIN20). Wyprowadzenie AREF(PIN21) to napięcie referencyjne. Powinno wynosić także 5V. Wszystkie napięcia mierzone są w stosunku do masy czyli GND(PIN8 lub 22). Natomiast na wyprowadzeniu wspólnym drabinki rezystorowej RA1 powinno pojawić się napięcie ok. 8V. Wartość ta nie ma szczególnego znaczenia. Dodatkowo, aby mieć pewność, że przyciski będą funkcjonowały zgodnie z numeracją, można zmierzyć wartości napięć na wyprowadzeniu PIN28 procesora. Żaden przycisk nie wciśnięty to 5V, 1 to 4V, 2 to 3V, 3 to 2V, 2 to 1V, 1 to 0V. Po dokonaniu w/w czynności możemy włożyć procesor. Pierwszym objawem poprawnego zachowania się termostatu jest pojawienie się na wyświetlaczu wartości 226 i kropki na pierwszej pozycji. Jeżeli tak jest, to możemy teraz podłączyć czujniki. Jeśli mamy zamiar niewykorzystywać wszystkich czujników, możemy nie wylutowywać ich, mając świadomość że wartość wskazań dla tej pozycji będzie nieprawdziwa.

Czujniki wylutowujemy zgodnie z numeracją oznaczoną na schemacie. Kolejność rozmieszczenia czujników na płycie jest od lewej strony po trzy piny każdy. Niewłaściwe podłączenie czujnika nie spowoduje uszkodzenia elementów, tylko błędne wskazania. Dlatego dokonujemy uruchamiania wylutowując na początek tylko jeden czujnik, aby w przypadku błędu ograniczyć ilość wykonywanych czynności do minimum. Aby czujniki poprawnie odczytywały temperaturę, należy dokonać kalibracji wartości

temperatury dla każdego czujnika z osobna. Dokonujemy tego mierząc napięcie na wejściu przetworników A/D procesora i regulując potencjometrem przynależnym do danego czujnika. Producent podaje w instrukcji serwisowej, że dla temperatury +25 st.C. powinniśmy mierzyć napięcie 2,982V.

Oczywiście kalibracji czujników dokonujemy wraz z przewodami, którymi są one połączone.

W rodzinie LMx35 są trzy typy, które różnią się zakresem temperatur pracy. I tak

- LM135 pracuje w zakresie od -55 do 150
- LM235 pracuje w zakresie od -40 do 125
- LM335 pracuje w zakresie od -40 do 100.

Wszystkie typy kalibrowane są w ten sam sposób. Obarczone są jednak błędem o wartości jednego stopnia. Stosując je w termostacie nie wykorzystujemy pełnego zakresu ustawień. Można pokusić się o przystosowanie innego typu czujnika, rezygnując z elementów zasilania i kalibracji, ale należy pamiętać, że nachylenie charakterystyki napięciowo-temperaturowej wynosi 10mV/st.K.

Dobrze jest wtedy zajrzeć do instrukcji serwisowej producenta LMx35 i na jej podstawie opracować specyficzny czujnik. Ze względu na to, że w Polsce obowiązującą i najczęściej stosowaną skalą jest skala Celsjusza, to tak dostosowane są wskazania. Natomiast czujnik skalowany jest w Kelvinach. Oczywiście czujniki montujemy na przewodach dostosowanych długością do odległości od urządzenia, najlepiej taśmą trzyżyłową i dopiero wtedy kalibrujemy je. Jeżeli spodziewana wartość temperatury przekracza wytrzymałość termiczną izolacji przewodów standardowych, należy zastosować przewody specjalne np. w osłonie teflonowej. Połączenia wyprowadzeń czujników


```

*****
*****TERMOSTAT 4 CZUJNIKI*****
*****
Wersja kompilatora BASCOM-AVR DEMO v.1.11.7.4
ProgramatorBASCOM-AVR DEMO v.1.11.7.4 :
STK200STK300
Generator zewnętrzny 8MHz (external) : Fusebit
A9871110 : 1110 external OSC
Reset wewnętrzny/Pinc.0 = I/O : Fusebit KL10 : 6CK
64mS Delay

zakres ustawiania temperatur-100..200 st. C
zakres Wyświetlania temperatur -273..226 st. C
pszy zastosowaniu czujników temperatury ty-
puLM135..LM335 i
napięciu referencyjnym 5V

Sregfile = "M8DEFDAT"
Scrystal = 8000000
Config Adc = Single , Prescaler = 16 , Reference =
Avccwewnętrzne napięcie odniesienia 5V

*****
Config Pinb.3 = Output
Config Pinc.6 = Output
Config Pinb.4 = Output
Config Pinb.5 = Output
*****
Config Pinb.0 = Output
Config Pinb.1 = Output
Config Pinb.2 = Output
Config Pinc.4 = Output
*****
Config Pinc.0 = Input
Config Pinc.1 = Input
Config Pinc.2 = Input
Config Pinc.3 = Input
Config Pinc.5 = Input
*****
Config Pind.0 = Output
Config Pind.1 = Output
Config Pind.2 = Output
Config Pind.3 = Output
Config Pind.4 = Output
Config Pind.5 = Output
Config Pind.6 = Output
Config Pind.7 = Output
*****
A1 Alias Portb.0
A2 Alias Portb.1
A3 Alias Portb.2
A4 Alias Portb.4

A_seg Alias Portd.7
D_seg Alias Portd.6
F_seg Alias Portd.5
G_seg Alias Portd.4
C_seg Alias Portd.3
B_seg Alias Portd.2
H_seg Alias Portd.1
E_seg Alias Portd.0

Segm Alias Portd
Const Minus = 16
Const Dot = 2
Const Up = 64
Const Dn = 8
Const One_left = 33
Const_on = 1
Const_off = 0

Const Skok = 4883

Dim Pk_state As Byte
Pk1 state Alias Pk_state.1
Pk2 state Alias Pk_state.2
Pk3 state Alias Pk_state.3
Pk4 state Alias Pk_state.4
Dim Testpk As Byte

Dim Temp_degs As Long
Dim Degs As Integer
Dim Degs_temp As Integer
Dim Temp As Integer
Dim Temp_dn As Integer

Dim Seltemp As Byte
Dim Dots_counter As Byte

```

```

Dim Stat As Byte
Dim Statkey As Byte
Dim Isedit As Byte
Dim Active As Byte

Pk1 Alias Portb.3
Pk2 Alias Portb.6
Pk3 Alias Portb.4
Pk4 Alias Portb.5

Dim Adc1 As Word
Dim Adc2 As Word
Dim Adc3 As Word
Dim Adc4 As Word
Dim Adc_key As Word
Dim Temp_adc As Word

Dim Temp_up.1 As Word
Dim Temp_dn.1 As Word
Dim Temp_up.2 As Word
Dim Temp_dn.2 As Word
Dim Temp_up.3 As Word
Dim Temp_dn.3 As Word
Dim Temp_up.4 As Word
Dim Temp_dn.4 As Word
Dim Temp_espr As Word

Dim Byte_hi As Byte
Dim Byte_lo As Byte

Dim Wsk1 As Byte
Dim Wsk2 As Byte
Dim Wsk3 As Byte
Dim Wsk4 As Byte

*****
Declare Sub Byte2word()
Declare Sub Degs_count()
Declare Sub Set_char()
Dim Char As Byte
Dim Key As Byteokod klawisza
Declare Sub Convert_temp()
*****
Start Adc
*****
0 - 18
1 - 123
2 - 7
3 - 35
4 - 106
5 - 162
6 - 130
7 - 59
8 - 2
9 - 34
- = 239
*****
Wait 1 dla ustalenia warunków pracy
*****
Pk1 = 0
Pk2 = 0
Pk3 = 0
Pk4 = 0

A1 = 0
A2 = 0
A3 = 0
A4 = 0

Wsk1 = 255
Wsk2 = 255
Wsk3 = 255
Wsk4 = 255
*****
Readeeprom Byte_hi , 10
Readeeprom Byte_lo , 11
Temp_up.1 = Byte_hi * 256
Temp_dn.1 = Temp_up.1 + Byte_lo
Readeeprom Byte_hi , 12
Readeeprom Byte_lo , 13
Temp_dn.1 = Byte_hi * 256
Temp_dn.1 = Temp_dn.1 + Byte_lo
*****
If Temp_up.1 > 970 Or Temp_up.1 < Temp_dn.1 Then
Temp_up.1 = 581
Byte_hi = Hightemp_up.1
Byte_lo = Lowtemp_up.1
Wsk1 = 1
Wsk2 = 1
Wsk3 = 1
Wsk4 = 1
End If

```

```

*****
If Temp_dn.1 < 355 Or Temp_dn.1 > Temp_up.1 Then
Temp_dn.1 = 560
Byte_hi = Hightemp_dn.1
Byte_lo = Lowtemp_dn.1
Wsk1 = 1
Wsk2 = 1
Wsk3 = 1
Wsk4 = 1
End If
*****
Readeeprom Byte_hi , 14
Readeeprom Byte_lo , 15
Temp_up.2 = Byte_hi * 256
Temp_dn.2 = Temp_up.2 + Byte_lo
Readeeprom Byte_hi , 16
Readeeprom Byte_lo , 17
Temp_dn.2 = Byte_hi * 256
Temp_dn.2 = Temp_dn.2 + Byte_lo
*****
If Temp_up.2 > 970 Or Temp_up.2 < Temp_dn.2 Then
Temp_up.2 = 581
Byte_hi = Hightemp_up.2
Byte_lo = Lowtemp_up.2
Wsk1 = 1
Wsk2 = 1
Wsk3 = 1
Wsk4 = 1
End If
*****
If Temp_dn.2 < 355 Or Temp_dn.2 > Temp_up.2 Then
Temp_dn.2 = 560
Byte_hi = Hightemp_dn.2
Byte_lo = Lowtemp_dn.2
Wsk1 = 1
Wsk2 = 1
Wsk3 = 1
Wsk4 = 1
End If
*****
Readeeprom Byte_hi , 18
Readeeprom Byte_lo , 19
Temp_up.3 = Byte_hi * 256
Temp_dn.3 = Temp_up.3 + Byte_lo
Readeeprom Byte_hi , 20
Readeeprom Byte_lo , 21
Temp_dn.3 = Byte_hi * 256
Temp_dn.3 = Temp_dn.3 + Byte_lo
*****
If Temp_up.3 > 970 Or Temp_up.3 < Temp_dn.3 Then
Temp_up.3 = 581
Byte_hi = Hightemp_up.3
Byte_lo = Lowtemp_up.3
Wsk1 = 1
Wsk2 = 1
Wsk3 = 1
Wsk4 = 1
End If
*****
If Temp_dn.3 < 355 Or Temp_dn.3 > Temp_up.3 Then
Temp_dn.3 = 560
Byte_hi = Hightemp_dn.3
Byte_lo = Lowtemp_dn.3
Wsk1 = 1
Wsk2 = 1
Wsk3 = 1
Wsk4 = 1
End If
*****
Readeeprom Byte_hi , 22
Readeeprom Byte_lo , 23
Temp_up.4 = Byte_hi * 256
Temp_dn.4 = Temp_up.4 + Byte_lo
Readeeprom Byte_hi , 24
Readeeprom Byte_lo , 25
Temp_dn.4 = Byte_hi * 256
Temp_dn.4 = Temp_dn.4 + Byte_lo
*****
If Temp_up.4 > 970 Or Temp_up.4 < Temp_dn.4 Then
Temp_up.4 = 581
Byte_hi = Hightemp_up.4
Byte_lo = Lowtemp_up.4
Wsk1 = 1
Wsk2 = 1
Wsk3 = 1
Wsk4 = 1
End If
*****
If Temp_dn.4 < 355 Or Temp_dn.4 > Temp_up.4 Then
Temp_dn.4 = 560
Byte_hi = Hightemp_dn.4
Byte_lo = Lowtemp_dn.4
Wsk1 = 1
Wsk2 = 1
Wsk3 = 1
Wsk4 = 1
End If
*****
Readeeprom Active , 26
If Active > 1 Then
Active = 1
Wsk1 = 1
Wsk2 = 1
Wsk3 = 1
Wsk4 = 1
End If

```

```

#####
Stat = 0
Settemp = 1
Statkey = 0
Isedit = 0
Dots_counter = 0
Do
#####
'Obsługa przetwornika nr 1
A1 = 1
A2 = 0
A3 = 0
A4 = 0
Adc1 = Getadc(0)
Segm = Wsk1
Waitms 3
A1 = 0
Segm = 255
Waitus 200
#####
If Active = 1 Then
If Adc1 >= Temp_up_1 Then
Pk1 = _off
Pk1_state = _off
Elseif Adc1 <= Temp_dn_1 Then
Pk1 = _on
Pk1_state = _on
End If
End If
#####
'Obsługa przetwornika nr 2
A1 = 0
A2 = 1
A3 = 0
A4 = 0
Adc2 = Getadc(1)
Segm = Wsk2
Waitms 3
A2 = 0
Segm = 255
Waitus 200
#####
If Active = 1 Then
If Adc2 >= Temp_up_2 Then
Pk2 = _off
Pk2_state = _off
Elseif Adc2 <= Temp_dn_2 Then
Pk2 = _on
Pk2_state = _on
End If
End If
#####
'Obsługa przetwornika nr 3
A1 = 0
A2 = 0
A3 = 1
A4 = 0
Adc3 = Getadc(2)
Segm = Wsk3
Waitms 3
A3 = 0
Segm = 255
Waitus 200
#####
If Active = 1 Then
If Adc3 >= Temp_up_3 Then
Pk3 = _off
Pk3_state = _off
Elseif Adc3 <= Temp_dn_3 Then
Pk3 = _on
Pk3_state = _on
End If
End If
#####
'Obsługa przetwornika nr 4
A1 = 0
A2 = 0
A3 = 0
A4 = 1
Adc4 = Getadc(3)
Segm = Wsk4
Waitms 4
A4 = 0
Segm = 255
#####
If Active = 1 Then
If Adc4 >= Temp_up_4 Then
Pk4 = _off
Pk4_state = _off
Elseif Adc4 <= Temp_dn_4 Then

```

```

Pk4 = _on
Pk4_state = _on
End If
End If
#####
'Obsługa przetwornika nr 5
Adc_key = Getadc(5)
#####
zamienna wartość przetwornika lub z pamięci na
temperaturę Celsjusa
Select Case Settemp
Case 1 :
Select Case Stat
Case 0 : Temp_degs = Adc1
Case 1 : Temp_degs = Temp_up_1
Case 2 : Temp_degs = Temp_dn_1
End Select
Case 2 :
Select Case Stat
Case 0 : Temp_degs = Adc2
Case 1 : Temp_degs = Temp_up_2
Case 2 : Temp_degs = Temp_dn_2
End Select
Case 3 :
Select Case Stat
Case 0 : Temp_degs = Adc3
Case 1 : Temp_degs = Temp_up_3
Case 2 : Temp_degs = Temp_dn_3
End Select
Case 4 :
Select Case Stat
Case 0 : Temp_degs = Adc4
Case 1 : Temp_degs = Temp_up_4
Case 2 : Temp_degs = Temp_dn_4
End Select
End Select
Call Dots_count()
Temp = Degs
#####
'sprawdza znak temperatury
If Degs < 0 Then
Wsk1 = 255 - Minus
Else
Wsk1 = 255
End If
Select Case Stat
Case 1 : Wsk1 = Wsk1 - Up
Case 2 : Wsk1 = Wsk1 - Dn
End Select
#####
Wyciąga wartość dla poszczególnych znaków
Degs = Abs(Degs)
Temp_adc = Degs / 10
Char = Temp_adc / 10
If Char > 0 Then
Call Set_char()
Wsk2 = Char
Else
Wsk2 = 255
End If

Temp_adc = Degs Mod 100
Char = Temp_adc / 10
If Wsk2 = 255 And Char = 0 Then
Wsk3 = 255
Else
Call Set_char()
Wsk3 = Char
End If

Char = Temp_adc Mod 10
Call Set_char()
Wsk4 = Char

Select Case Settemp:
Case 1 : Wsk1 = Wsk1 - Dot
Case 2 : Wsk2 = Wsk2 - Dot
Case 3 : Wsk3 = Wsk3 - Dot
Case 4 : Wsk4 = Wsk4 - Dot
End Select

If Active = 0 And Stat = 0 Then
Incr Dots_counter
Select Case Dots_counter
Case 1 To 20:
Wsk1 = 239
Wsk2 = 255
Wsk3 = 255
Wsk4 = 255
Case 21 To 40:

```

```

Wsk1 = 255.
Wsk2 = 239
Wsk3 = 255
Wsk4 = 255
Case 41 To 60:
Wsk1 = 255
Wsk2 = 255
Wsk3 = 239
Wsk4 = 255
Case 61 To 80:
Wsk1 = 255
Wsk2 = 255
Wsk3 = 255
Wsk4 = 239
End Select
If Dots_counter = 80 Then Dots_counter = 1
End If
#####
'sprawdza wartość klawisza
Select Case Adc_key
Case 768 To 881 :
Key = 1
Case 881 To 961 :
Key = 2
Case 961 To 1041 :
Key = 3
Case 1041 To 1121 :
Key = 4
Case 1121 To 1201 :
Key = 5
Case Else
Key = 0
End Select
If Statkey = 1 Then Key = 0
#####
If Testpk > 0 Then
Decr Testpk
If Testpk = 0 Then
Pk1 = Pk1_state
Pk2 = Pk2_state
Pk3 = Pk3_state
Pk4 = Pk4_state
End If
End If
#####
If Statkey = 0 Then
Statkey = 1
#####
If Key = 5 Then
If Isedit = 0 Then
Isedit = 1
Stat = 1
Elseif Isedit = 1 Then
Isedit = 0
Stat = 0
#####
Readeeprom Byte_hi, 10
Readeeprom Byte_lo, 11
Call Byte2word()
If Temp_up_1 <= Temp_espr Then
Byte_hi = High(Temp_up_1)
Byte_lo = Low(Temp_up_1)
Writeeeprom Byte_hi, 10
Writeeeprom Byte_lo, 11
End If
#####
Readeeprom Byte_hi, 12
Readeeprom Byte_lo, 13
Call Byte2word()
If Temp_dn_1 <= Temp_espr Then
Byte_hi = High(Temp_dn_1)
Byte_lo = Low(Temp_dn_1)
Writeeeprom Byte_hi, 12
Writeeeprom Byte_lo, 13
End If
#####
Readeeprom Byte_hi, 14
Readeeprom Byte_lo, 15
Call Byte2word()
If Temp_up_2 <= Temp_espr Then
Byte_hi = High(Temp_up_2)
Byte_lo = Low(Temp_up_2)
Writeeeprom Byte_hi, 14
Writeeeprom Byte_lo, 15
End If
#####
Readeeprom Byte_hi, 16
Readeeprom Byte_lo, 17
Call Byte2word()
If Temp_dn_2 <= Temp_espr Then

```



```

Byte_hi = High(temp_dn_2)
Byte_lo = Low(temp_dn_2)
Writeeeprom Byte_hi, 16
Writeeeprom Byte_lo, 17
End If
*****
Readeeprom Byte_hi, 18
Readeeprom Byte_lo, 19
Call Byte2word()
If Temp_up_3 <> Temp_epr Then
Byte_hi = High(temp_up_3)
Byte_lo = Low(temp_up_3)
Writeeeprom Byte_hi, 18
Writeeeprom Byte_lo, 19
End If
*****
Readeeprom Byte_hi, 20
Readeeprom Byte_lo, 21
Call Byte2word()
If Temp_dn_3 <> Temp_epr Then
Byte_hi = High(temp_dn_3)
Byte_lo = Low(temp_dn_3)
Writeeeprom Byte_hi, 20
Writeeeprom Byte_lo, 21
End If
*****
Readeeprom Byte_hi, 22
Readeeprom Byte_lo, 23
Call Byte2word()
If Temp_up_4 <> Temp_epr Then
Byte_hi = High(temp_up_4)
Byte_lo = Low(temp_up_4)
Writeeeprom Byte_hi, 22
Writeeeprom Byte_lo, 23
End If
*****
Readeeprom Byte_hi, 24
Readeeprom Byte_lo, 25
Call Byte2word()
If Temp_dn_4 <> Temp_epr Then
Byte_hi = High(temp_dn_4)
Byte_lo = Low(temp_dn_4)
Writeeeprom Byte_hi, 24
Writeeeprom Byte_lo, 25
End If
*****
Readeeprom Byte_lo, 26
If Active <> Byte_lo Then Writeeeprom Active, 26
*****
End If
End If
If Key = 1 Then
Incr Seltemp
If Seltemp > 4 Then Seltemp = 1
End If
*****
If Isedit = 0 Then
Select Case Key
Case 2 :
If Active = 0 Then
Pk1 = Not Pk1_state
Pk2 = Not Pk2_state
Pk3 = Not Pk3_state
Pk4 = Not Pk4_state
Testpk = 100
End If
Case 3 :
Readeeprom Byte_lo, 26
If Active <> Byte_lo Then Writeeeprom Active, 26
Case 4 :
If Active = 0 Then
Active = 1
Elseif Isedit = 1 Then
Select Case Key
Case 2 :
If Stat = 1 Then
Stat = 2
Elseif Stat = 2 Then
Stat = 1
End If
Case 3 :
Degs_temp = Temp - 1
Select Case Stat
Case 1 :
Temp_up = Temp
Select Case Seltemp

```

```

Case 1 :
Temp_degs = Temp_dn_1
Call Degs_count()
Temp_dn = Degs + 1
If Temp_up > Temp_dn Then
Do
Decr Temp_up_1
Temp_degs = Temp_up_1
Call Degs_count()
Loop Until Degs = Degs_temp
End If
Case 2 :
Temp_degs = Temp_dn_2
Call Degs_count()
Temp_dn = Degs + 1
If Temp_up > Temp_dn Then
Do
Decr Temp_up_2
Temp_degs = Temp_up_2
Call Degs_count()
Loop Until Degs = Degs_temp
End If
Case 3 :
Temp_degs = Temp_dn_3
Call Degs_count()
Temp_dn = Degs + 1
If Temp_up > Temp_dn Then
Do
Decr Temp_up_3
Temp_degs = Temp_up_3
Call Degs_count()
Loop Until Degs = Degs_temp
End If
Case 4 :
Temp_degs = Temp_dn_4
Call Degs_count()
Temp_dn = Degs + 1
If Temp_up > Temp_dn Then
Do
Decr Temp_up_4
Temp_degs = Temp_up_4
Call Degs_count()
Loop Until Degs = Degs_temp
End If
End Select
Case 2 :
If Temp > -100 Then
Do
Select Case Seltemp
Case 1 :
Decr Temp_dn_1
Temp_degs = Temp_dn_1
Case 2 :
Decr Temp_dn_2
Temp_degs = Temp_dn_2
Case 3 :
Decr Temp_dn_3
Temp_degs = Temp_dn_3
Case 4 :
Decr Temp_dn_4
Temp_degs = Temp_dn_4
End Select
Call Degs_count()
Loop Until Degs = Degs_temp
End If
End Select
Case 4 :
Degs_temp = Temp + 1
Select Case Stat
Case 1 :
If Temp < 200 Then
Do
Select Case Seltemp
Case 1 :
Incr Temp_up_1
Temp_degs = Temp_up_1
Case 2 :
Incr Temp_up_2
Temp_degs = Temp_up_2
Case 3 :
Incr Temp_up_3
Temp_degs = Temp_up_3
Case 4 :
Incr Temp_up_4
Temp_degs = Temp_up_4
End Select
Call Degs_count()
Loop Until Degs = Degs_temp
End If
Case 2 :

```

```

Temp_dn = Temp
Select Case Seltemp
Case 1 :
Temp_degs = Temp_up_1
Call Degs_count()
Temp_up = Degs - 1
If Temp_dn < Temp_up Then
Do
Incr Temp_dn_1
Temp_degs = Temp_dn_1
Call Degs_count()
Loop Until Degs = Degs_temp
End If
Case 2 :
Temp_degs = Temp_up_2
Call Degs_count()
Temp_up = Degs - 1
If Temp_dn < Temp_up Then
Do
Incr Temp_dn_2
Temp_degs = Temp_dn_2
Call Degs_count()
Loop Until Degs = Degs_temp
End If
Case 3 :
Temp_degs = Temp_up_3
Call Degs_count()
Temp_up = Degs - 1
If Temp_dn < Temp_up Then
Do
Incr Temp_dn_3
Temp_degs = Temp_dn_3
Call Degs_count()
Loop Until Degs = Degs_temp
End If
Case 4 :
Temp_degs = Temp_up_4
Call Degs_count()
Temp_up = Degs - 1
If Temp_dn < Temp_up Then
Do
Incr Temp_dn_4
Temp_degs = Temp_dn_4
Call Degs_count()
Loop Until Degs = Degs_temp
End If
End Select
End Select
End Select
End If
End If
Adc_key = Getadc(5)
If Adc_key > 900 Then
Statkey = 0
Else
Statkey = 1
End If
Loop
*****
Sub Byte2word()
Temp_epr = Byte_hi * 256
Temp_epr = Temp_epr + Byte_lo
End Sub
*****
Sub Degs_count()
Temp_degs = Temp_degs * Skok
Temp_degs = Temp_degs / 10
Temp_degs = Temp_degs / 10
Temp_degs = Temp_degs / 10
Degs = Temp_degs - 273
End Sub
*****
Sub Set_char()
Select Case Char
Case 0 : Char = 18
Case 1 : Char = 123
Case 2 : Char = 7
Case 3 : Char = 35
Case 4 : Char = 106
Case 5 : Char = 162
Case 6 : Char = 130
Case 7 : Char = 63
Case 8 : Char = 2
Case 9 : Char = 34
End Select
End Sub
End Sub
End

```

powinny być odizolowane od siebie i tak zabezpieczone, aby nie zwierały się między sobą. W przypadku kontrolowania temperatury cieczy, a szczególnie elektrolitów lub substancji wchodzących w reakcję z metalami, należy odpowiednio zabezpieczyć czujniki przed wpływem tych czynników, np. umieszczając je w rełtorcie szklanej zasklepionej z jednej strony i zalanej żywicą. Oczywiście przewody w takiej sytuacji też powinny być właściwie. Tyle o konstrukcji. Dalsza część uruchamiania związana jest z ustawianiem czyli programowaniem, więc będzie to teraz opisane. Programujemy przy pomocy pięciu przycisków. Kolejne ich wartości podane są od górnej lewej strony, tak jak czyta się tekst.

Są trzy TRYBY pracy termostatu:

- 1 - aktywny (normalny) termostat bada temperaturę, porównuje z ustawieniami i wykonuje odpowiednią akcję czyli włącza lub wyłącza przełączniki zgodnie z ustawieniami
- 2 - nieaktywny termostat bada temperaturę i oczekuje na aktywację
- 3 - tryb edycji dostępny zawsze, gdy TRYB 1 ustawienia analizowane są na bieżąco, gdy TRYB 2 ustawienia obowiązują po aktywacji

Znaczenie przycisków jest następujące:

TRYB 1

- 1 - zmienia pozycję odczytu temperatury wybranego czujnika, kropka dziesiętna oznacza nr czujnika

czya nr czujnika

- 3 - zapis stanu aktywności do pamięci
- 4 - wyłącza aktywność, gdy nieaktywny wyświetla sukcesywnie w pętli środkowy poziomy segment na kolejnych pozycjach
- 5 - uruchamia tryb edycji ustawień

TRYB 2

- 2 - przeprowadza test przełączników, trwa on ok. 1,5s, przełączniki przyciągnięte zostają puszczzone, a puszczzone zostają przyciągnięte
- 3 - zapis stanu nieaktywności do pamięci
- 4 - włącza aktywność, gdy aktywny pokazuje wartość temperatury ostatnio wybranego czujnika

5 - uruchamia tryb edycji ustawień

TRYB 3

- 1 - zmienia pozycję odczytu temperatury wybranego czujnika, kropka dziesiętna oznacza nr czujnika
- 2 - zmiana górnego i dolnego zakresu temperatury, sygnalizowana dodatkowo na pierwszej pozycji, odpowiednio górny i dolny segment, między innymi po świeceniu tych segmentów rozpoznajemy obecność trybu edycji
- 3 - zmniejszanie wartości temperatury
- 4 - zwiększanie wartości temperatury
- 5 - zapis wszystkich ustawień, wyjście z edycji i powrót do poprzedniego TRYBU

- zakres wskazań wynosi 273...226 st. C

- zakres ustawień wynosi 100...200 st. C

- zakres temperatury (LM335) 40...100 st. C

Zakres wskazań wynika z podziału napięcia przetwornika dziesięciobitowego i napięcia referencyjnego 5V, zakresu wartości odczytu [0...1023] oraz nachylenia charakterystyki czujników temperatury i określany jest wzorem:

$$((273 + \text{temp. [st.C]} + 1) * 10\text{mV}) / (5\text{V} / 1024) = \text{wartość ADC}$$

$$(273 + 226 + 1) * 0.01 / (0.0048828125 = 1024$$

$$500 * 0.01 / 0.0048828125 = 1024$$

$$5 / 0.0048828125 = 1024$$

Aby uniknąć kolizji wprowadzania danych program kontroluje wartości zakresów tak, aby wartość w górnym zakresie nie była mniejsza niż w dolnym i minimalna wartość histerezy wynosiła jeden stopień. Fabrycznie pamięć EEPROM w procesorze nie zawiera żadnych danych. Podczas pierwszego podłączenia zasilania do procesora badana jest zawartość pamięci w obszarze danych i do komórek zakresów wpisywana jest wartość dolna 0 st. a góra +10 st. Do komórek aktywności wpisywana jest wartość AKTYWNA. Dzieje się też tak przy każdorazowym zaniku napięcia, gdy z jakichś przyczyn w komórkach tych znajdują się dane spoza zakresu. Jeżeli nie było błędów, wartości wcześniej zapisane przywracane są, kiedy pojawi się zasilanie. Zdarza się to niezwykle rzadko, ale zabezpieczenie takie jest konieczne.

Spis elementów Rezystory:

R1 - 390
R2 - 220
R3 - 220
R4 - 220
R5 - 220
R6 - 220
R7 - 220
R8 - 220
R9 - 220
R10 - 3,3K
R11 - 3,3K
R12 - 3,3K
R13 - 3,3K
R14 - 8,2k
R15 - 3,3k
R16 - 1,5k
R17 - 560
R18 - 2,2k

Kondensatory:

C1 - 330nF
C2 - 100nF
C3 - 100nF
C4 - 100nF
C5 - 220µF/16V

C6 - 47µF/16V

C7 - 33pF

C8 - 33pF

C9 - 10µF/16V

C10 - 100µF/16V

Półprzewodniki:

D1 - 1N4148

D2 - 1N4148

D3 - 1N4148

D4 - 1N4148

DZ1 - BZX55C8V2

T1 - BC547

T2 - BC547

T3 - BC547

T4 - BC547

Układy scalone:

U1 - ATmega8+ zaprogramowany

TD1 - LM335

TD2 - LM335

TD3 - LM335

TD4 - LM335

U2 - 7805

W1 - wys. WA

W2 - wys. WA

W3 - wys. WA

W4 - wys. WA

Inne:

L1 - 4,7µH

Q1 - 8MHz

RA1 - RA8 * 222 (2,2k)

PR1 - CA6H 103 (10k)

PR2 - CA6H 103 (10k)

PR3 - CA6H 103 (10k)

PR4 - CA6H 103 (10k)

PK1 - JQX-68 lub 4088

PK2 - JQX-68 lub 4088

PK3 - JQX-68 lub 4088

PK4 - JQX-68 lub 4088

Z1 - ARK3

Z2 - ARK3

Z3 - ARK3

Z4 - ARK3

Z5 - ARK2

J1 - PLS12

DIL28 - podstawa

S1 - mikroprzełącznik

S2 - mikroprzełącznik

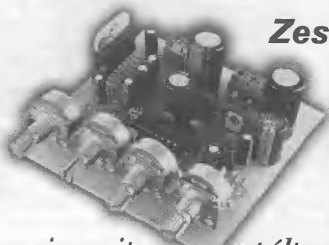
S3 - mikroprzełącznik

S4 - mikroprzełącznik

S5 - mikroprzełącznik

Płytki - 399-K

PIEC - wzmacniacz gitarowy



Zestaw 400-k

Wzmacniacz gitarowy współpracuje z przetwornikiem elektromagnetycznym. Posiada możliwość regulacji barwy brzmienia, kilku-poziomą regulację wzmocnienia oraz możliwość przesterowywania sygnału. Moc muzyczna 100W.

W Internecie na różnych stronach związanych z elektroniką i elektroakustyką pojawiają się zapytania o proste urządzenia współpracujące z instrumentami muzycznymi. Dość często chodzi o tani wzmacniacz gitarowy. Wychodząc naprzeciw czytelnikom naszego czasopisma, a także tym, którzy chcieliby mieć własny wzmacniacz gitarowy, proponujemy zestaw do samodzielnego montażu. Układ jest prosty, łatwy w konstrukcji i posiadający całkiem niezłe parametry.

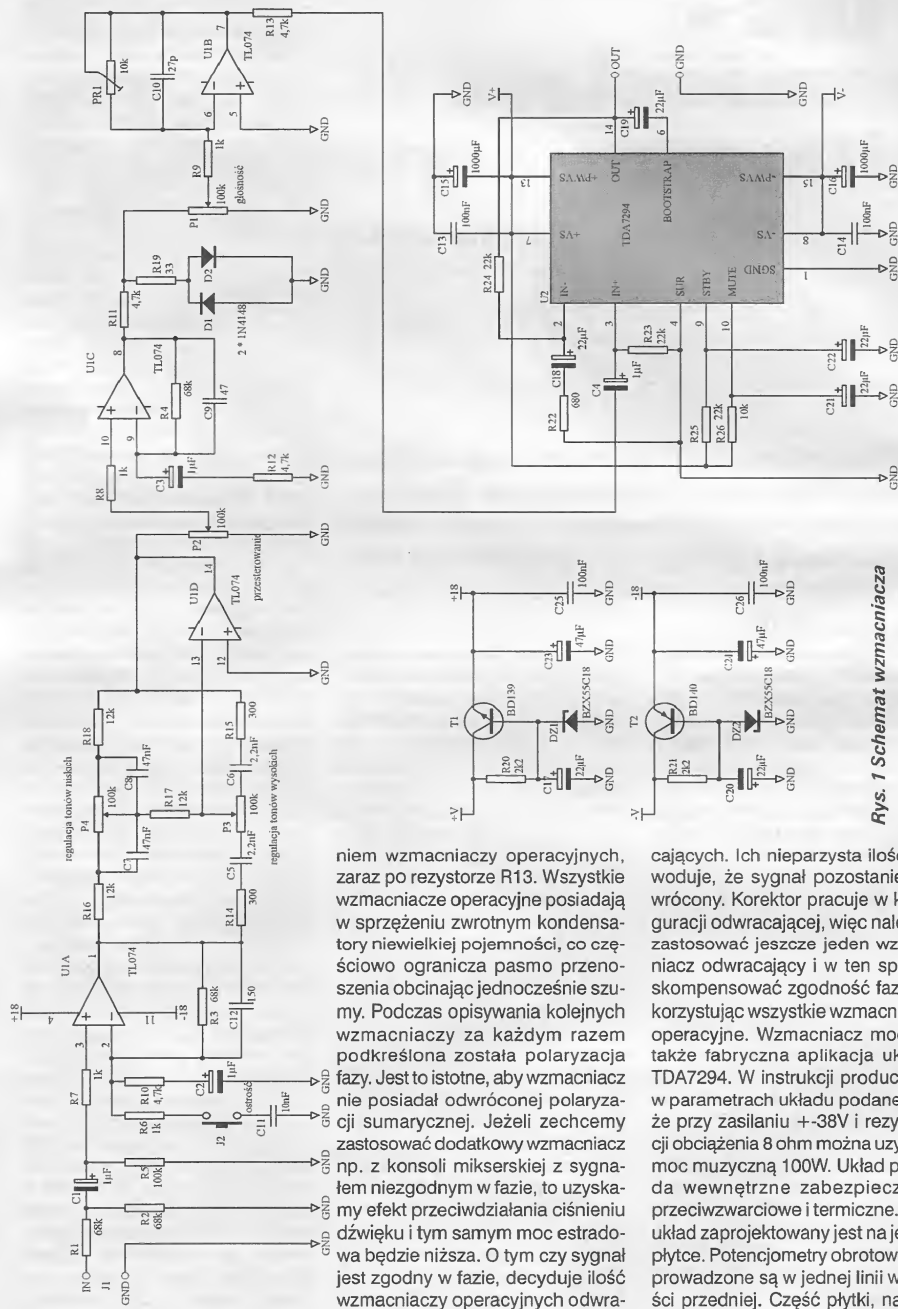
Budowa i działanie

Konstrukcja układu zrealizowana została na dwóch układach scalonych, które są głównymi elementami wzmacniacza. Pierwszy to TL074 (U1). Są to cztery wzmacniacze operacyjne typu Bi-FET. Drugi to scalony wzmacniacz mocy TDA7294 (U2). Przetworniki gitarowe mają konstrukcję podobną do elektromagnesu, czyli rdzenia wykonanego z materiału ferromagnetycznego i cewkę wykonaną z drutu. Są różne rozwiązania konstrukcyjne takich przetworników.

Firmy produkujące je stosują szeroką gamę rozwiązań, które charakterystyczne są dla każdej z nich. Jedne mają wspólny rdzeń dla wszystkich strun, inne mają po dwie cewki. Występują także różne ilości zwojów. Przetworniki są pasywne i aktywne. Trudno jest dostosować konstrukcję wzmacniacza do określonego rodzaju przetwornika. Czytając informacje na łamach stron internetowych doszliśmy do wniosku, że najsensowniej będzie zbudować wzmacniacz przystosowany do przetwornika pasywnego, gdzie zakres napięcia wejściowego będzie w granicach ok. 30mV. Takie napięcie najczęściej pojawia się jako minimalne. Są przetworniki, których wartość napięcia skutecznego wynosi nawet 3V, ale zawsze łatwiej jest zmniejszyć niż zwiększyć napięcie. Posiadając taki przetwornik można skorygować wartości elementów w układzie wejściowym i dobrać odpowiednie warunki pracy. W naszym przypadku pierwszy wzmacniacz operacyjny pracuje w układzie wejściowym, a wartość napięcia wejściowego ustala się rezystorami R1

i R2. Wzmacniacz pracuje jako nie-odwracający fazę. Na drugim wzmacniaczu operacyjnym zrealizowany jest korektor barwy dźwięku. Jest to klasyczny przykład zaczerpnięty z opisu aplikacji producenta układów. Pracuje jako filtr regulowany w pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego i odwracający fazę. Przy pomocy dwóch potencjometrów P3 i P4 można regulować częstotliwości wysokie i niskie tonów.

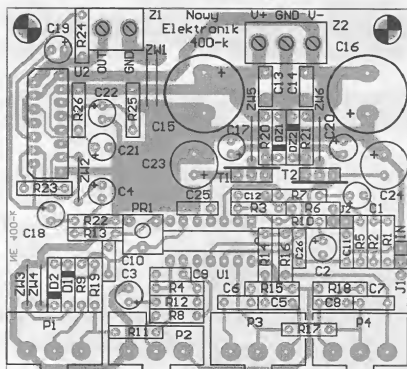
Każdy filtr tłumii częstotliwości, więc następnym członem jest trzeci wzmacniacz operacyjny, który wzmacnia je, aby można było uzyskać efekt przesterowania. Często efekt ten jest wykorzystywany przez miłośników muzyki dynamicznej. Wzmacniacz pracuje w takiej samej konfiguracji, jak wejściowy. Na wejściu jego jest potencjometr P2, którym reguluje się poziom przesterowania. Diody D1 i D2 wraz z rezystorem R19 ograniczają amplitudę do napięcia maksymalnego ok. 1V i obcinają wierzchołki zbroczy, przez co efekt ostrości dźwięku jest bardziej słyszalny. Jeżeli poziom ten jest niewystarczający, to dodatkowo do każdej z diod można podłączyć szeregowo drugą diodę. Na płycie zostało to przewidziane i w tym miejscu zrobione są zwory ZW3 i ZW4. Czwarty wzmacniacz posiada na wejściu potencjometr P1, którym reguluje się ostatecznie wzmocnienie. W pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego jest dodatkowo umieszczony potencjometr montażowy, żeby można było precyzyjnie wyregulować maksymalną amplitudę sygnału sterującego wzmacniaczem mocy. Układ pracuje jako odwracający fazę. Nie posiada na wyjściu zabezpieczenia przed pojawieniem się napięcia wyższego niż 0.7V. Takie rozwiązanie zostało zastosowane, aby umożliwić podłączenie innego wzmacniacza, który może wymagać innego (wyższego) napięcia. Dlatego należy uważać, aby nie dopuszczać do sytuacji pojawiania się zbyt wysokiego napięcia na wyjściu. Jeżeli ktoś obawia się, że nie jest w stanie kontrolować wartości napięcia, to może od strony druku podłączyć zabezpieczenie w postaci diod połączonych podobnie, jak między trzecim, a czwartym stop-



Rys. 1 Schemat wzmacniacza

niem wzmacniaczy operacyjnych, zaraz po rezystorze R13. Wszystkie wzmacniacze operacyjne posiadają w sprzężeniu zwrotnym kondensatory niewielkiej pojemności, co częściowo ogranicza pasmo przeniesienia obcinając jednocześnie szumy. Podczas opisywania kolejnych wzmacniaczy za każdym razem podkreślona została polaryzacja fazy. Jest to istotne, aby wzmacniacz nie posiadał odwróconej polaryzacji sumarycznej. Jeżeli zechcemy zastosować dodatkowy wzmacniacz np. z konsoli mikserskiej z sygnałem niezgodnym w fazie, to uzyskamy efekt przeciwdziałania ciśnieniu dźwięku i tym samym moc estradowa będzie niższa. O tym czy sygnał jest zgodny w fazie, decyduje ilość wzmacniaczy operacyjnych odwracających.

Ich nieparzysta ilość powoduje, że sygnał pozostanie odwrócony. Korektor pracuje w konfiguracji odwracającej, więc należało zastosować jeszcze jeden wzmacniacz odwracający i w ten sposób skompensować zgodność faz, wykorzystując wszystkie wzmacniacze operacyjne. Wzmacniacz mocy to także fabryczna aplikacja układu TDA7294. W instrukcji producenta, w parametrach układu podane jest, że przy zasilaniu +38V i rezystancji obciążenia 8 ohm można uzyskać moc muzyczną 100W. Układ posiada wewnętrzne zabezpieczenie przeciwzwarciowe i termiczne. Cały układ zaprojektowany jest na jednej płytce. Potencjometry obrotowe wprowadzone są w jednej linii w części przedniej. Część płytki, na któ-



Rys. 2 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej (skala 1:1)

rej znajduje się wzmacniacz mocy, jest z boku. Takie rozwiązanie zostało zastosowane ze względu na sposób montowania wzmacniaczy w "piecykach". Zazwyczaj jest to obudowa, w której znajdują się razem zespół głośnikowy, wzmacniacz i zasilacz.

Montaż i uruchomienie

Jak już wcześniej wspomniiano wszystkie elementy znajdują się na jednej płycie. Sieć ścieżek nie jest zbyt gęsta, ale odległość pomiędzy punktami lutowanymi jest

mała, dlatego aby uniknąć zwarcia, pęknienia lub przegrzania lutownicą, należy uważać podczas montowania elementów i kilkakrotnie sprawdzać. Układ nie posiada głównego zasilacza, dlatego należy zaopatrzyć się w źródło napięcia stałego max. $\pm 40V$. Zasilanie podajemy przez bezpieczniki. Na etapie uruchamiania przedwzmacniacza mogą to być 200mA. Dobrze jest rozpocząć montaż od stabilizatorów lokalnych $\pm 18V$, które zasilają układ wzmacniacza operacyjnego. Są to tranzystory T1 i T2, diody DZ1 i DZ2, rezystory

R20 i R21 oraz kondensatory C17, C20, C23 i C24. Kondensatory C15, C16, C13 i C14 nie należą do tych zasilaczy, ale pracują w części wspólnej i także powinny być wlutowane. Po wlutowaniu tych elementów należy podłączyć napięcie zasilania maksymalnie $\pm 40V$ i zmierzyć napięcie na emiterach tranzystorów. Powinno być ok. 18V na każdym. Pomiary wykonujemy w stosunku do masy. Podczas ciągłej pracy tranzystory T1 i T2 delikatnie nagrzewają się. Można przykręcić do nich niewielkie radiatory z cienkiej blachki aluminiowej lub gotowe fabryczne kształtki. Następnie lutujemy pozostałe elementy oprócz układów U1 i U2. Podczas wlutowywania kondensatorów elektrolitycznych należy zwrócić uwagę na ich polaryzację. Teraz sprawdzamy jeszcze raz czy na wyprowadzeniach układów scalonych znajdują się odpowiednie napięcia. Wlutowujemy układ U1. Do wyjścia układu U1 (pin 14) przez rezystor 1k podłączamy słuchawkę. Do wejścia podłączamy gitarę z przetwornikiem i ruszamy strunami. Regulując potencjometrami powinniśmy usłyszeć dźwięk w słuchawce. Jeżeli posiadamy oscy-

Spis elementów

Rezystory:

R1 - 68k
R2 - 68k
R3 - 68k
R4 - 68k
R5 - 100k
R6 - 1k
R7 - 1k
R8 - 1k
R9 - 1k
R10 - 4,7k
R11 - 4,7k
R12 - 4,7k
R13 - 4,7k
R14 - 300
R15 - 300
R16 - 12k
R17 - 12k
R18 - 12k
R19 - 33
R20 - 2k2
R21 - 2k2
R22 - 680

R23 - 22k

R24 - 22k

R25 - 22k

R26 - 10k

Kondensatory:

C1 - $1\mu F/50V$
C2 - $1\mu F/50V$
C3 - $1\mu F/50V$
C4 - $1\mu F/50V$
C5 - 2,2nF
C6 - 2,2nF
C7 - 47nF
C8 - 47nF
C9 - 47pF
C10 - 27pF
C11 - 10nF
C12 - 150pF
C13 - 100nF
C14 - 100nF
C15 - $1000\mu F/50V$
C16 - $1000\mu F/50V$
C17 - $22\mu F/25V$
C18 - $22\mu F/50V$
C19 - $22\mu F/50V$
C20 - $22\mu F/25V$
C21 - $22\mu F/50V$

C22 - $22\mu F$

C23 - $47\mu F/25V$

C24 - $47\mu F/25V$

C25 - 100nF

C26 - 100nF

Półprzewodniki:

DZ1 - BZX55C18

DZ2 - BZX55C18

D1 - 1N4148

D2 - 1N4148

T1 - BD139

T2 - BD140

Układy scalone:

U1 - TL074

U2 - TDA7294

Inne:

PR1 - CA6V103 (10k)

P1 - 50k - 100k

P2 - 50k - 100k

P3 - 50k - 100k

P4 - 50k - 100k

J1 - PLS2

J2 - PLS2

Z1 - ARK2

Z3 - ARK3

Płytki - 400-K

Iloskop i generator częstotliwości akustycznych możemy zamiast gitary podłączyć go i obejrzeć sygnał oraz zaobserwować efekt przesterowania i pracę korektora. Następnie włączujemy układ U2. Trzeba pamiętać, że układ wymaga chłodzenia podczas pracy. Na etapie uruchomienia potrzebny jest przynajmniej niewielki radiator, np. blacha aluminiowa o powierzchni 100cm², którą należy do niego przykręcić. Teraz możemy uruchomić "końcówkę mocy". Zmieniamy bezpieczniki na większe np. 4A. Zanim podłączymy napięcie, należy potencjometry głośności skrócić do minimum. Nie podłączamy jeszcze głośnika. Należy najpierw sprawdzić czy na wyjściu wzmacniacza nie pojawia się napięcie stałe, nie wyższe niż $\pm 100\text{mV}$. Można podłączyć do wyjścia wstępnie słuchawkę przez rezystor 1k i sprawdzić zachowanie się wzmacniacza dla prądów zmiennych. Jeżeli działa poprawnie, można podłączyć głośnik i sprawdzić wzmacniacz na nieco większej mocy. Oczywiście nie na maksymalnej i to tylko przez chwilę, pamiętając o tym, że do normalnej pracy wzmacniacza wymaga nieco większego radiatora. Konstruując obudowę można tak ją rozwiązać, by stała, podłoże lub inne części metalowe były radiatorem dla układu. Podczas budowy zasilacza chcąc uzyskać dużą dynamikę, a szczególnie wtedy, gdy wzmacniacz będzie współpracował z gitarą basową należy zastosować transformator o mocy ok. 200W. Ponieważ kondensatory filtrujące C15 i C16 mają niewystarczającą pojemność, aby w pełni wykorzystać możliwości wzmacniacza, należy dodatkowo w zasilaczu zastosować kondensatory o pojemności ok. 10000 μF na każdym biegunie zasilania. Pomimo że układ TDA7294 zawiera w sobie wewnętrzny układ zabezpieczeń przeciwzwarciowych, istnieje potencjalna możliwość pojawienia się na wyjściu napięcia stałego o dużej wartości, co przy tak dużych mocach stanowi zagrożenie dla głośników. Warto więc zastosować dodatkowy układ zabezpieczenia głośników. Może to być zestaw 159-K.

Mikrofon kierunkowy



Zestaw 401-k

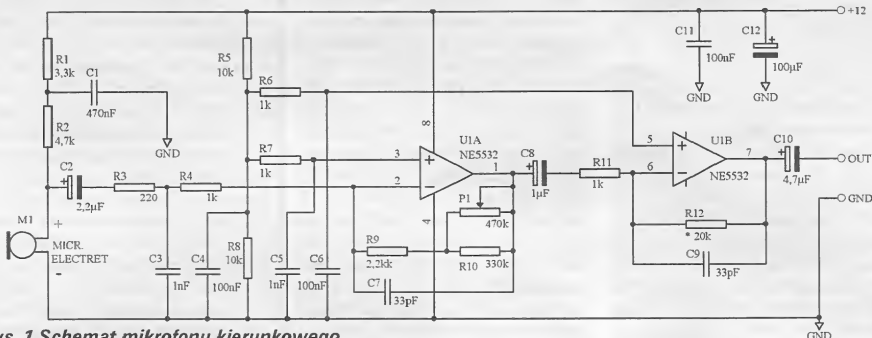
Mikrofon kierunkowy umożliwia odbiór słabych sygnałów dźwiękowych pochodzących z wybranego kierunku i wzmacnia je tak, aby były słyszalne dla ucha ludzkiego lub by można byłoby zapisać je na taśmie magnetofonowej.

Człowiek przez cały czas w ciągu życia obserwuje otoczenie przy pomocy zmysłów. Najważniejsze z nich to wzrok i słuch. Czasami zachodzi potrzeba obserwacji dalszego otoczenia np. w celu prognozowania wydarzeń lub podpatrywania przyrody. Aby zobaczyć odległe bądź też małe przedmioty, niezbędna jest lornetka lub lupa i w tym kierunku na warsztacie elektronika niewiele jest do zrobienia. Natomiast, aby usłyszeć odległe dźwięki, potrzebny jest czuły mikrofon, odpowiedni wzmacniacz oraz słuchawki i "sztuczne ucho". W ten sposób na początek zajęliśmy się dziedziną zwaną elektroakustyką.

Budowa i działanie

Nasz mikrofon kierunkowy składa się z kilku części. Podstawową rzeczą jest wkładka mikrofonowa. Mikrofon jest przetwornikiem zamieniającym falę dźwiękową na sygnały elektryczne. Od jego jakości zależy wierność przetwarzanych sygnałów. Jakość mikrofonu zależy od takich parametrów jak czułość, sprawność, małe zniekształcenia i szumy oraz pasmo przenoszenia. Trudno jest nabyć dobry mikrofon po niskiej cenie, a chęć słuchania jest nieodparta, bo słuch pracuje 24h na dobę, więc aby sfinalizować nasze przedsięwzięcie, zadowoliliśmy się nieco gorszym mikrofonem elektretowym, czy jak kto woli pojemnościowym. Mikrofon taki to metalowe pudełko, w którym znajduje się mem-

brana wykonana z delikatnego tworzywa sztucznego - izolatora. Membrana pokryta jest cienką warstwą metalu i tworzy jedną z okładzin kondensatora. Drugą okładziną są ścianki samego pudełka. Tworzywo sztuczne ma takie właściwości, że pod wpływem temperatury otoczenia wytwarza ładunek statyczny, który wstępnie polaryzuje bramkę tranzystora poleowego, będącego pierwszym stopniem wzmocnienia. Pod wpływem dźwięku membrana porusza się i zmienia odległość od ścian pudełka, zmieniając tym samym pojemność kondensatora. Otrzymujemy prąd zmienny, który jest proporcjonalny do ciśnienia akustycznego, a wzmacniany przez tranzystor. Mikrofony takie są produkowane jako całość w obudowie zamkniętej. Do takiego typu mikrofonu został przystosowany wzmacniacz i niewłaściwe jest stosowanie innych typów mikrofonów. Jak wspomniano temperatura jest przyczyną powstawania największych szumów. Mikrofon taki potrzebuje zasilania. Najczęściej jest ono podawane z dodatkowego układu wzmacniającego. Następną częścią jest dwustopniowy wzmacniacz, który jest zbudowany w oparciu o układ scalony NE5532. W układzie tym są dwa niezależne wzmacniacze operacyjne. Charakterystyczne parametry dla tych układów to: niskie szumy (5nV), niskie napięcie zasilania ($\pm 3\text{V}$) i wzmocnienie ok. 2000 w otwartej pętli sprzę-

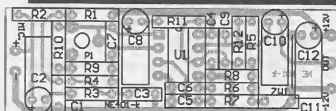


Rys. 1 Schemat mikrofonu kierunkowego

nia zwrotnego. Całość zasilana jest napięciem nominalnym 12V i dla takiego napięcia były wyliczane wartości pozostałych elementów, chociaż układ pracuje przy niższych i wyższych napięciach. Na wejściu znajduje się tłumik zrealizowany na elementach C2, R3 i C3. Ma on za zadanie częściowo stłumienie szumów. Zasilanie jest niesymetryczne, więc należało stworzyć napięcie odniesienia dla polaryzacji wejść nieodwracających o wartości połowy napięcia zasilania. Są to elementy R5, R8, C11, R6, R7, C5 i C6. Obydwa wzmacniacze pracują w układzie pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego. Wartość wzmacnienia ustalają elementy: dla pierwszego stopnia R4, R9 i P1. Rezystor R10 służy do kalibracji wartości P1. R9 zabezpiecza przed zwarcie pętli, ponieważ wtedy układ pracuje ze wzmacnieniem równym ok. 1, dla drugiego stopnia są to R11 i R12. Wartość wzmacnienia pierwszego stopnia jest regulowana i osiąga maksymalnie ok. 200, wartość drugiego ok. 20, dla podanych elementów. Wzmocnienie sumaryczne wynosi ok. 4000. Jeżeli amplituda sygnału wyjściowego z mikrofonu wynosi ok. 1mV, to na wyjściu otrzymujemy 4V. W rzeczywistości jest to ok. 3,5V przy napięciu zasilania 12V. Napięcie to jest wystarczająco duże, aby zasilić słuchawki o oporności 600 ohm. Testy wykazały, że słuchawki 200 ohm też pracowały poprawnie. W pętli sprzężenia zwrotnego obu układów są umieszczone dodatkowo kondensatory 33pF w celu ograniczenia górnego zakresu pasma. Zmieniając wartość rezystancji w sprzężeniu zwrotnym można indywidualnie dobrać wzmacnienie poszczególnych wzmacniaczy do właściwości mikrofonu oraz ucha. Na wyjściu układu znajduje się kondensator separujący, aby oddzielić

składową stałą. Tyle o części elektronicznej. Układ taki jest bardzo czuły i "zbiera" dźwięki ze wszystkich kierunków, a właściwie zależne jest to od charakterystyki kształtu promieniowania, które jest charakterystyczne dla każdego typu i egzemplarza mikrofonu. Aby ograniczyć kierunkowość mikrofonu oraz skoncentrować wiązkę fal dźwiękowych, należy wykonać czaszę, podobnie jak to jest w antenach satelitarnych, tylko nieco mniejszą i lżejszą. Jest to dosyć trudny temat, ponieważ rzadko kiedy znamy charakterystykę promieniowania mikrofonu i trudno jest określić optymalne rozmiary i sferyczność czaszy. Założyliśmy, że jakakolwiek konstrukcja powinna dać jakiś efekt i na początek postanowiliśmy wykonać ją w oparciu o kształt kuli. Jeżeli posiadamy przedmiot kulisty wewnątrz pusty, wykonany z tworzywa sztucznego, możemy z niego wyciąć odpowiednią część. W innym przypadku należy wykonać czaszę samemu. W naszym modelu jako matrycę posłużyliśmy się gładką piłką gumową o średnicy ok. 18cm. Można ją nabyć w sklepie z zabawkami dla małych dzieci. Jak wykonać taką czaszę? Materiałem bazowym jest gazeta, ale z papieru o najgorszej jakości strukturą zbliżoną do bibuły, czyli papieru czerpanego (papier toaletowy nie za bardzo się nadaje) oraz klej WIKOL. Gazetę należy pociąć w małe trójkątki o wielkości ok. 1,5cm, bo tylko trójkątnymi kawałkami można okleić kulę bez pofałdowań. Następnie rozrzedzamy klej wodą, dolewając sukcesywnie niewielkie ilości, dobrze mieszając i co jakiś czas sprawdzając na kawałku wcześniej przygotowanej gazety czy łatwo wsiąka w nią. Piłkę należy umieścić na podstawie, którą może być miska lub większy kubek, tak by się nie ruszała i była stabilna. Następ-

nie zaczynając od szczytu nanosimy kawałki gazety na piłkę i smarujemy klejem gładząc dokładnie pędzlem powierzchnię gazety tak, aby przylegała do piłki. Pokrywamy powierzchnię tak, aby każdy następny kawałek gazety częściowo nachodził na poprzedni. Po nałożeniu jednej warstwy możemy nałożyć następną. Od ilości warstw zależy sztywność konstrukcji. My zastosowaliśmy 5 warstw. Nie należy oklejać całej piłki. Wystarczy połowa. Należy teraz poczekać aż klej wyschnie całkowicie. W temperaturze ok. 20 st.C klej schnie ok. 3 dni tak, że konstrukcja jest już twarda. Teraz należy na odpowiedniej wysokości np. 1/3 średnicy piłki zaznaczyć linię gładkim mazakiem, przykładając go do powierzchni czaszy, a podpierając go jakimś pudełkiem i obracając piłkę dookoła. Robimy to na płaskiej powierzchni. Potem wkładając do zaworka w piłce kawałek przewodu sztywnego w izolacji poliwinylowej np. "krosówka" i wyciągając sam drut pozostawiając izolację spuszczaną powoli powietrze z piłki. Jeżeli ilość warstw była niewielka i konstrukcja nie jest zbyt sztywna, można nożyczkami obciąć zaznaczoną część. W innym przypadku należy zrobić to delikatnie drobną pilką. W środku czaszy wycieramy otwór o średnicy 3mm. Sam papier tłumi dość mocno dźwięk, więc dobrze jest wykleić wnętrze czaszy folią aluminiową, taką jaką stosuje się w gospodarstwie domowym do owijania żywności. Z płaskownika aluminiowego bądź cienkiej rurki wykonujemy coś w rodzaju ramienia, które łączy czaszę (od zewnątrz) i mikrofon (do wewnątrz). W zależności od wykonania, możemy umieścić płytkę wraz z mikrofonem lub sam mikrofon wewnątrz czaszy. Do ramienia przymocowujemy uchwyt tak, aby można było trzymać całość w ręce, ewentual-



Rys. 2 Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej (skala 1:1)

nie umieścić w stojaku. Istnieją urządzenia tego typu z dwoma mikrofonami umieszczonymi w oddzielnych ruchomych rurkach, gdzie kierunkowość osiągnięta jest na zasadzie badania przesunięcia fazowego pomiędzy dźwiękiem odbieranym przez każdy z nich. Niestety to rozwiązanie jest bardzo skomplikowane, dlatego nie zastosowaliśmy go.

Montaż i uruchomienie

Wzmacniacz mikrofonowy znajduje się na małej płytce. Należy obejrzeć ją starannie w celu stwierdzenia obecności pęknięć lub zwarc. Następnie wlotowujemy elementy na płytkę. Układ scalony wlotowujemy na końcu po stwierdzeniu właściwego napięcia na wyprowadzeniach zasilania. Na wyprowadzeniach 3 i 5 powinno znajdować się napięcie ok. 1/2 wartości napięcia zasilania. Układ nie został wyposażony w zabezpieczenie przed niewłaściwym podłączeniem kierunku zasilania, więc należy na to zwrócić uwagę. Po zmontowaniu płytki podłączamy przewody zasilające, słuchawki, mikrofon i potencjometr. Mikrofon powinien być połączony przewodem ekranowanym na tyle długim, aby sięgał od środka czaszy do miejsca przymocowania płytki, lecz nie dłuższym. Podobnie potencjometr powinien być połączony przewodem ekranowanym, ale podwójnym tzn. dwie żyły i ekran. Jeżeli ktoś ma zamiar korzystać ze stałego wzmocnienia, może zamiast zwykłego potencjometru zastosować potencjometr montażowy. Płytkę ma przewiedzione na to miejsce. Zawieszenie mikrofonu należy tak skonstruować, aby można było przesunąć mikrofon wzdłuż centralnej osi wewnętrznej czaszy w celu dobrania optymalnej wartości odległości od punktu centralnego. Zanim nałożymy słuchawki na uszy, należy skrócić potencjometr na najmniejsze wzmocnienie. Układ nie posiada ograniczenia mocy w słuchawkach, więc należy to robić z rozwagą. Wartość napięcia na wyjściu produkowanych fabrycznie mikrofonów jest różna i przy tym samym położeniu potencjometru mamy różną moc na wyjściu. Ponieważ wzmocnienie i czułość jest duża, to przy zdjętych słuchawkach lub niedokładnie przylega-

jących do uszu, układ będzie wchodził w stan sprzężenia akustycznego i będzie się wzbudzał. Dlatego należy zabezpieczyć się wytłumiając dobrze słuchawki. Mikrofon należy zamocować w osłonie z mikrofonu lub miękkiej gąbką, aby ograniczyć wpływ pobudeń mechanicznych. W terenie występuje dodatkowo wpływ czynników atmosferycznych takich jak wiatr, można więc dodatkowo czoło mikrofonu osłonić cienką gąbką, osłabiając jego wpływ. Istnieje możliwość zawężenia kierunku odbioru sygnałów dźwiękowych, umieszczając mikrofon w plastikowej rurce na odpowiedniej głębokości. Problem szumów własnych mikrofonu można jedynie rozwiązać stosując odpowiedni typ mikrofonu taki, który posiada ich niewiele. Niestety jest dość drogi. W celu odsłuchu określonego dźwięku lub jakiegoś pasma należy wyposażyć wzmacniacz w dodatkowy zestaw filtrów, ale ten temat jest bardzo szeroki i nie sposób opisywać go w skrócie. Do zasilania układu można zastosować także baterie np. 9V.

Spis elementów Rezystory:

- R1 - 3,3k
- R2 - 4,7k
- R3 - 220
- R4 - 1k
- R5 - 10k
- R6 - 1k
- R7 - 1k
- R8 - 10k
- R9 - 2,2k
- R10 - 330k
- R11 - 1k
- R12 - 20k

Kondensatory:

- C1 - 470nF
- C2 - 2,2µF/50V
- C3 - 1nF
- C4 - 100nF
- C5 - 1nF
- C6 - 100nF
- C7 - 33pF
- C8 - 1µF/50V
- C9 - 33pF
- C10 - 4,7µF/50V
- C11 - 100nF
- C12 - 10µF/16V

Układy scalone:

- U1 - NE5532

Inne:

- P1 - 470k
- M1 - mikrofon elektr.
- Płytki - 401-K

W praktyce zdarzają się sytuacje, gdzie potrzebny jest odczyt wartości napięcia, czy prądu z kilku różnych punktów pomiarowych. Idealnym rozwiązaniem jest zastosowanie czterech niezależnych mierników, jednak ze względu na koszty i wymiary nie zawsze można i jest wskazane zastosowanie kilku niezależnych przyrządów. Wtedy jedynym ratunkiem może okazać się zastosowanie jednego miernika, który potrafi mierzyć w kilku punktach. Właśnie takim miernikiem jest proponowany układ. Zadaniem czterokanałowego miliwoltomierza jest pomiar napięcia w czterech punktach, a następnie wyświetlenie zmierzonych wartości na wyświetlaczu LED. Zastosowanie wyświetlaczy LED znacznie obniżyło koszty całego urządzenia. Jednak jak to zwykle bywa, nie ma nic za darmo i również w tym przypadku niskie koszty okupione są drobną niewygodą polegającą na możliwości odczytu tylko jednego kanału pomiarowego. Aby odczytać kolejne kanały należy za pomocą mikroprzełącznika S1 wybrać ich wyświetlanie na wyświetlaczu LED. Rozwiązanie takie choć niezbyt efektowne, ma dwie zalety. Pierwsza to redukcja kosztów miliwoltomierza o około 20%, a drugie - chyba znacznie ważniejsze i przyjemniejsze, to że wynik jest wyświetlany na dużych, wyraźnych i dobrze widocznych wyświetlaczach LED. Z doświadczenia wiem, że wyświetlacze LCD typu 1602 są niezbyt wyraźne, a co za tym idzie na odczyty wyników musimy poświęcić znacznie więcej czasu, niż w przypadku zastosowania siedmiosegментowych wyświetlaczy LED. Dodatkowo gdy na jednym panelu LCD jest zbyt dużo informacji, czas odczytu dodatkowo się wydłuża. Dotyczy to również wyświetlaczy z podświetlaniem. Ktoś może powiedzieć, że są dostępne wyświetlacze większych rozmiarów. Oczywiście tak jest, ale ich cena znacznie przewyższałaby cały układ zbudowany z wyświetlaczami typu LED.

Budowa i działanie

Schemat kompletnego układu został przedstawiony na rys. 1. Na pierwszy rzut oka może wydać się trochę skomplikowany i trudny do przeanalizowania. To tylko jednak wrażenie, które postaram się w dalszej części zmienić. Sercem układu jest mikroprocesor serii AVR 90S4433. Taktowany jest on kwarcem 8 MHz. Zdecydowałem się na zastosowanie właśnie tego procesora z powodu przetworników analogowo-cyfrowych, które posiada w ilości sześciu sztuk ADC0-ADC5. Przetworniki są 10-bitowe, co daje nam 1024-stopniową rozdzielczość. Tak

Czterokanałowy panelowy miliwoltomierz

Zestaw 190-k

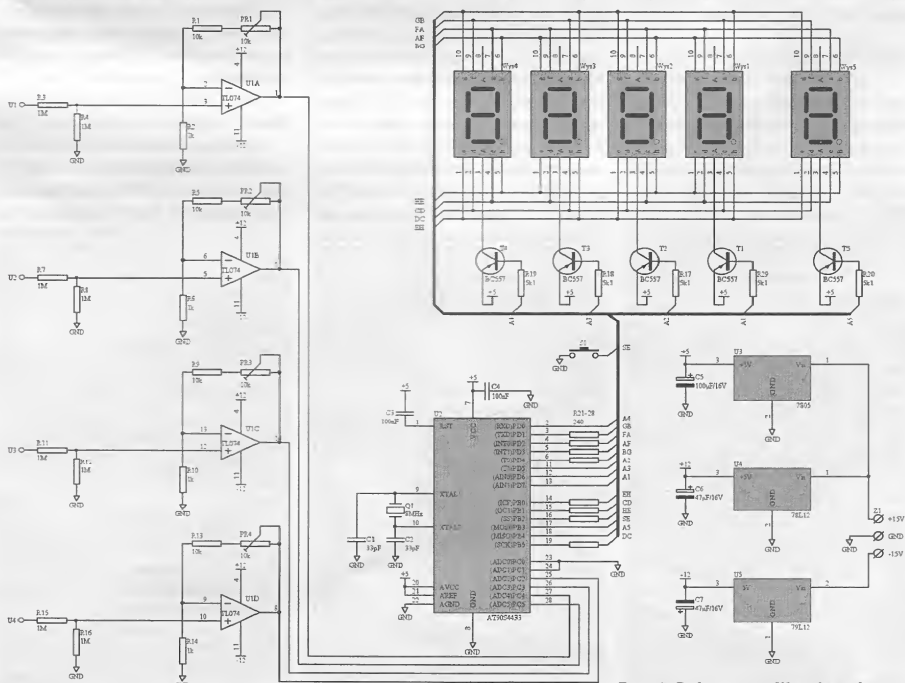
Układ jest czterokanałowym miliwoltomierzem z pięciocyfrowym wyświetlaczem LED. Cztery cyfry służą do zobrazowania wyniku pomiaru, a piąta do informacji, który kanał aktualnie dokonuje pomiaru. Układ został zbudowany na mikroprocesorze 90S4433 firmy ATMEL. Zakres pomiarowy 200mV.

wysoka rozdzielczość w zupełności jest wystarczająca dla naszych celów. Oprócz przetworników mikroprocesor wyposażony jest w dwie bramy wejście/wyjście. Pierwszą sześciobitową PB0-PB5 i drugą ośmiobitową

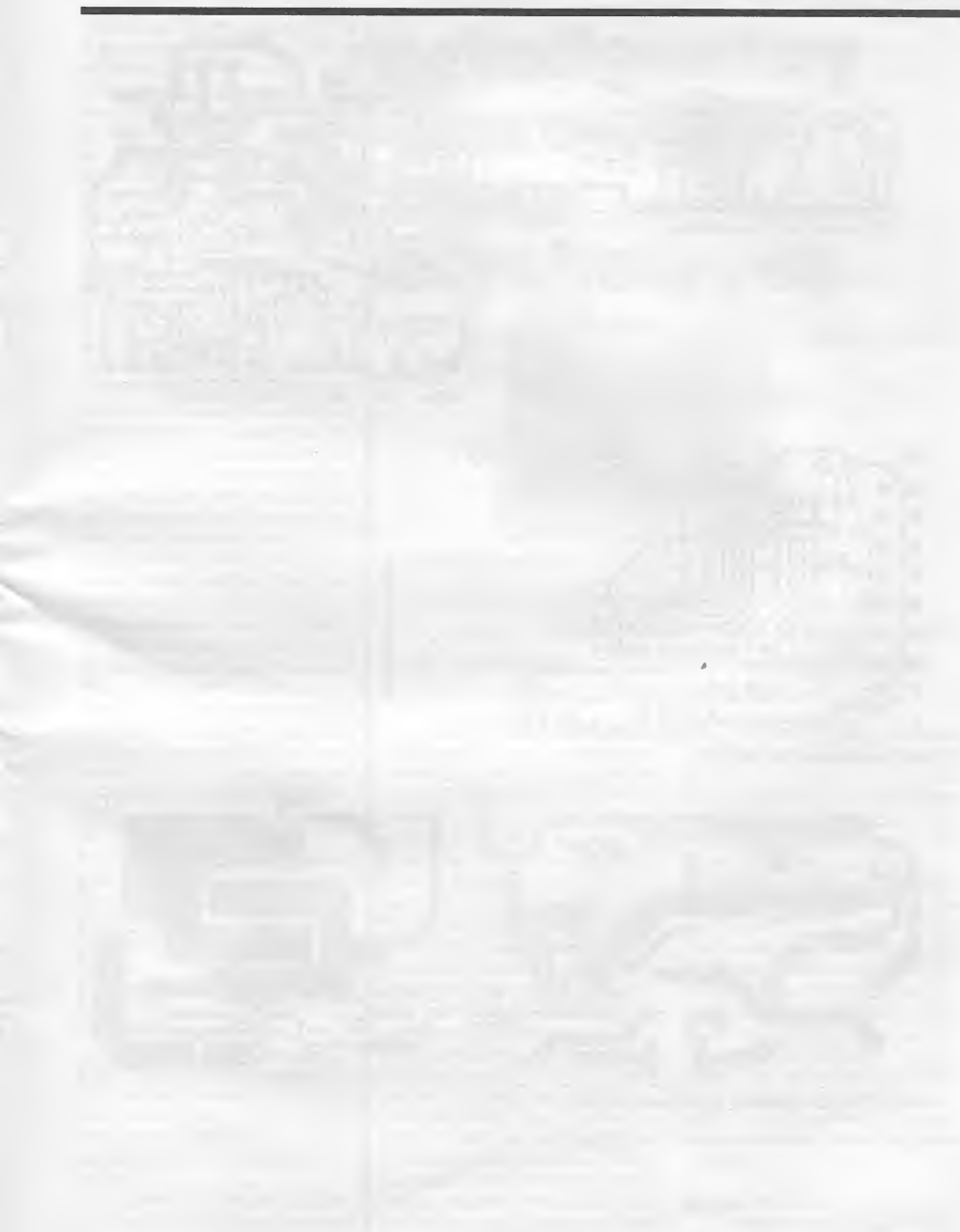
PD0-PD7. W sumie mamy do dyspozycji 14 portów, z czego 13 wykorzystywanych jest do sterowania pięcioma wyświetlaczami LED, a jeden do obsługi mikroprzelącznika S1. Każdego, kto ma ochotę zobaczyć jak

można sterować pięcioma wyświetlaczami bezpośrednio z procesora bez dekodów BCD na kod siedmiosegmentowy, odsyłam do listingu programu. Oczywiście program został napisany w pakiecie BASCOM AVR. Tranzystory T1-T5 służą do sekwencyjnego włączania anod wyświetlaczy Wys.1-Wys.5. Oznacza to, że w danej chwili tylko na jeden wyświetlacz wyświetlana jest informacja. Jednak zmiany następują tak szybko, że oko tego nie zauważa i obserwator ma złudzenie, że widzi wszystkie pięć cyfr jednocześnie. To tyle, jeśli chodzi o część cyfrową.

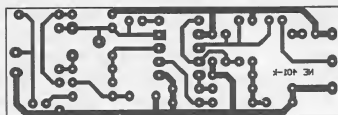
Część analogowa to cztery wzmacniacze operacyjne zawarte w jednym układzie scalonym TL074. Każdy wzmacniacz to jeden oddzielny kanał pomiarowy. Wartości rezystorów dla każdego kanału są takie same, a co za tym idzie możemy skoncentrować się na opisie tylko jednego kanału np. pierwszego. Napięcie, które będziemy mierzyli nie powinno przekraczać 200mV, chyba że dokonamy zmiany wartości dzielnika zbudowanego na rezystorach R3,R4 lub mierzone napięcie przepuścimy przez dodatkowy dzielnik. Polecam drugą metodę. Wyżej napisałem, że przyłożone napięcie nie powinno przekraczać 200mV, w rzeczywistości jed-



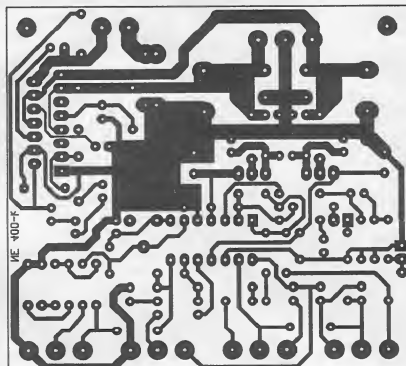
Rys. 1 Schemat miliwoltomierza



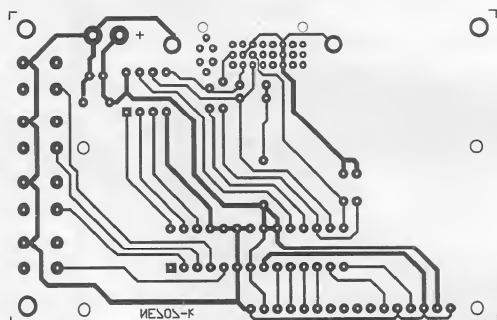
Lustrzane odbicia matryc służące do wykonania płytek drukowanych z użyciem emulsji światłoczułej



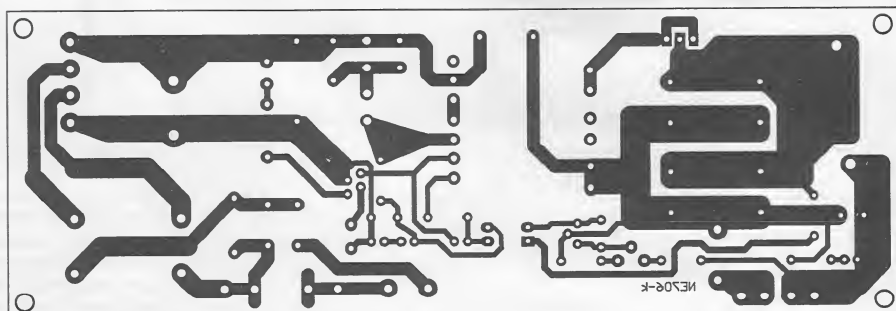
(401-k) Mikrofon kierunkowy



(400-k) PIEC - wzmacniacz gitarowy

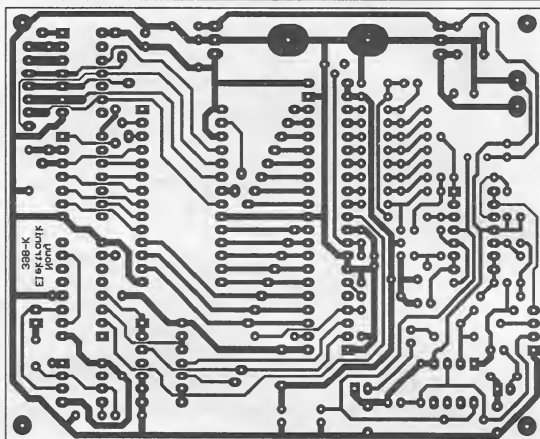


(707-k) Emulator monitora

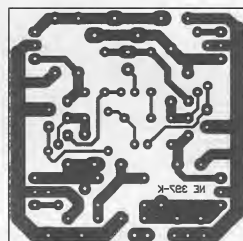


(706-k) TOP249 - zasilacz impulsowy 5V/12A

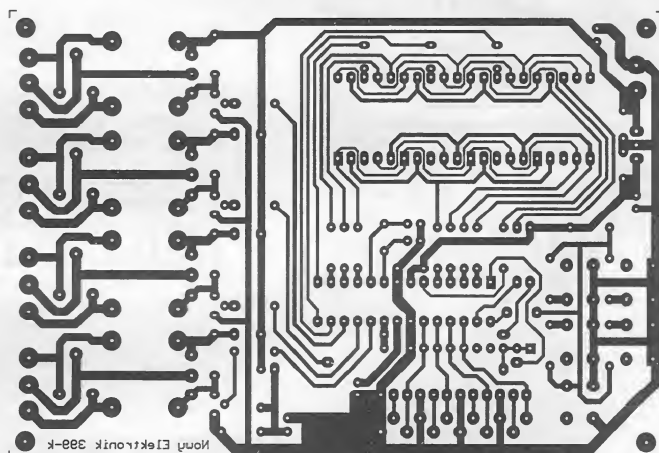
Lustrzane odbicia matryc służące do wykonania płytek drukowanych z użyciem emulsji światłoczułej



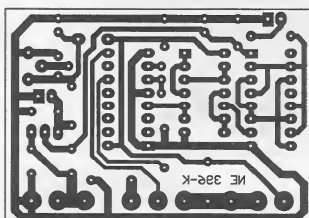
(398-k) Cyfrowe ECHO



(397-k) Mostkowy wzmacniacz mocy 120W




(399-k) Programowalny termostat czterokanałowy

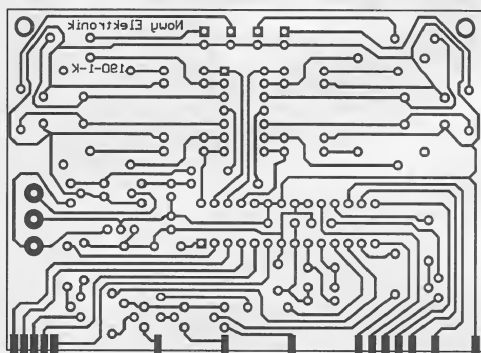


(396-k) Prosty generator sygnałowy 2MHz

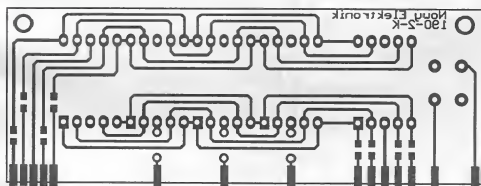
Lustrzane odbicia matryc służące do wykonania płytek drukowanych z użyciem emulsji światłoczułej



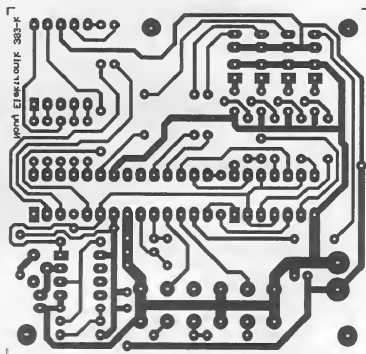
Lustrzane odbicia matryc służące do wykonania płytek drukowanych z użyciem emulsji światłoczułej



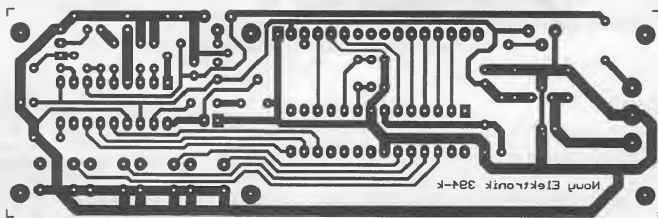
(190-1-k) Czterokanałowy panelowy miliwoltomierz



(190-2-k) Czterokanałowy panelowy miliwoltomierz




(393-k) Inteligentny sterownik lamp
błyskowych



(394-k) Sterownik syntezy częstotliwości FM z układem SAA1057

*Lustrzane odbicia matryc służące do wykonania płytek
drukowanych z użyciem emulsji światłoczułej*



Lustrzane odbicia matryc służące do wykonania płytek drukowanych z użyciem emulsji światłoczułej

wielobrotowe PR1-PR4 nastawiamy na połowę wartości. Następnie włączamy zasilanie i odczekujemy około 15 minut, celem wygrzania się układu. Gdy układ osiągnął już swoją temperaturę pracy, mikroprzełącznikiem S1 ustawiamy wartość 1 na wyświetlaczu numeru kanału. Następnie wpisujemy wartość, jaka jest na wyświetlaczu pomiarowym. To samo robimy dla kanału 2, 3 i 4. Prawdopodobnie na każdym kanale będzie inna wartość. Wylączamy zasilanie, wciskamy S1 i przy wciśniętym S1 włączamy zasilanie.

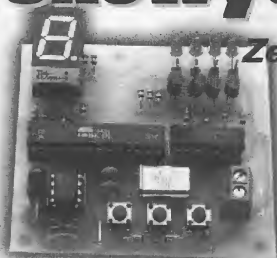
Na wyświetlaczu pomiarowym pojawi się wartość 255, a na wyświetlaczu numeru kanału 1. Teraz będziemy mieli około 3 sekund, aby zacząć ustawiać zapisaną wartość. Gdy ustawimy spisaną wartość dla kanału pierwszego, układ automatycznie przejdzie po trzech sekundach do ustawień kanału drugiego. Tutaj również przy pomocy S1 ustawiamy zapisaną wartość z kanału drugiego. Czynność tę powtarzamy jeszcze dwukrotnie dla kanału trzeciego i czwartego. Układ automatycznie zapamiętuje ustawioną wartość w wewnętrznej pamięci EEPROM. Wylączamy napięcie zasilania. Pierwszy etap kalibracji mamy za sobą.

Rozłączamy wejścia pomiarowe od masy. Do kanału pierwszego przykładamy napięcie 100mV najlepiej z baterii poprzez dzielnik napięcia. Włączamy zasilanie potencjometrem PR1, ustawiamy wzmocnienie dla pierwszego kanału. Kręcimy nim tak długo, aż na wyświetlaczu pomiarowym pojawi się wartość 1000 +/- 2. To samo powtarzamy dla pozostałych kanałów. Po skończeniu czwartego kanału zakończyliśmy drugi etap kalibracji.

Ponownie wylączamy napięcie zasilania z wciśniętym S1. Teraz za pomocą S1 możemy dla każdego kanału ustawić położenie kropki. Robimy to w analogiczny sposób, jak przy pierwszym etapie kalibracji. Po ustawieniu kropki dla każdego kanału zakończyliśmy trzeci, ostatni etap kalibracji naszego miłiwoltomierza. Oczywiście w każdej chwili możemy dokonać korekty ustawionych parametrów. Należy tylko pamiętać, że wciśnięcie S1 i włączenie zasilania, raz pozwala ustawiać kropkę, a drugi raz ustawiać błąd, jakie wynikają z niedokonałości wzmocniacza operacyjnego, czyli to, co robiliśmy w etapie pierwszym i drugim.

Może się również okazać, że proces kalibracji musimy przeprowadzić powtórnie. Jednak nie jest to czynność mocno pracochłonna ani czasochłonna, więc nie powinno nam to sprawić wielkiego kłopotu.

Inteligentny sterownik lamp błyskowych



Zestaw 393-k

Urządzenie sterujące lampami błyskowymi kontroluje zdalnie pracę z bazowej lampy błyskowej, zlicza przedbłyski i może załączyć do czterech dodatkowych lamp błyskowych. Pełni też funkcję lamp zespolonych

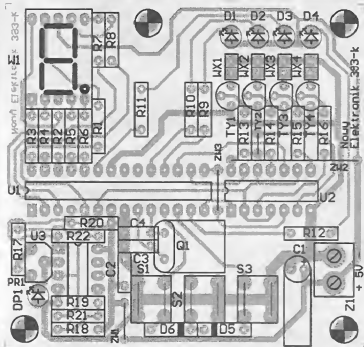
Każdy kto ma sprawny narząd wzroku codziennie widzi mnóstwo obrazów. Każdy z nas widzi inaczej kolory i kształty, ale te obrazy są nietwałe. Człowiek nauczył się rysować i malować, czyli odwzorowywać obrazy. Proces ten jest długotrwały i nie daje możliwości zapamiętania dużej ilości obrazów. Dlatego wymyślono taką dziedzinę jak fotografia, zajmującą się utrwalaniem tych obrazów na tzw. zdjęciach. Na początku pojawiły się zdjęcia czarno-białe, a właściwie to szare o wielu odcieniach szarości zawierające informacje głównie o kształcie. Potem technika dorzuciła kolor, aparaty cyfrowe, obróbkę komputerową zdjęć itp., no i teraz jest pięknie. Oko ludzkie funkcjonuje nieco inaczej niż aparat fotograficzny. Jest dokładniejsze i działa dynamicznie. Interpretuje obraz na bieżąco. Zarówno oko, jak i aparat fotograficzny, aby mogły zarejestrować obraz potrzebują źródła światła. Ten drugi potrzebuje go stanowczo więcej. Stosuje się w tym celu lampy zwane błyskowymi. Są to lampy gazowe, gdzie energia łuku elektrycznego pobudza cząsteczki gazu do świe-

cenia. Czasami jedna lampka nie wystarcza, trzeba wtedy zastosować więcej takich lamp. To nie jest jedyny problem. Przy silnym oświetleniu na przedmiotach fotografowanych pojawiają się refleksy świetlne, które nie występują przy świetle naturalnym i powodują, że na zdjęciu nie widać pewnych szczegółów albo pojawiają się nienaturalne kolory. Szczególnym przypadkiem jest pojawianie się "czerwonych oczek" czyli czerwonych przebarwień w źrenicach oczu. Stosuje się więc w lampach cyfrowych aparatów elektronicznych tzw. przedbłyski czyli kilka błysków o mniejszej mocy, aby spowodować zwężenie źrenic i tym samym uniknięcie tego efektu. Reasumując: kilka lamp błyskowych, "czerwone oczka" i aparat cyfrowy, to powód do skonstruowania urządzenia, które tym wszystkim pokieruje.

Budowa i działanie

Sterownik skonstruowano na bazie procesora firmy "ATMEL" typu ME-6A8(U1). Procesor AVR taktowany zegarem 8MHz jest dość szybki i można go

34



Rys.2 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej (skala 1:1)

rystorem TY1..TY4(BT169), który jest elementem wykonawczym i zawiera styki wyzwalające w lampie błyskowej. Mimo dużej szybkości procesora nie strobijemy lamp programowo. Lampy są wyzwalane sprzętowo. Zdecydowaliśmy się na takie rozwiązanie, ponieważ z badań wynika, że jest ono szybsze i czas opóźnienia w stosunku do czasu trwania impulsu jest niezmiernie krótki i niezależny od procesora oraz jest powtarzalny. Każde wyjście posiada przypisaną diodę LED, jako sygnalizacja aktywności kanału. Wartości ustawień obrazowane są na siedmiosegmentowym wyświetlaczu LED. Ustawień dokonujemy trzema mikroprzełącznikami. Pierwotnie do kontroli impulsów miało być wykorzystane dodatkowe wejście INT0, ale zrezygnowaliśmy z niego. Z tego powodu zabrakło pinów do kontroli trzech przycisków. Przyciski S1 i S3 są sprzętowymi, natomiast przycisk S2 jest programowy, połączony przez dwie diody D5 i D6 do S1 i S2. Gdyby miał być sprzętowy, zwiększyłby się rozmiar płytki, więc postać jej jest taka, jak w egzemplarzu modelowym. Ustawienia ilości przedbłysków i aktywności kanałów są zapamiętywane w wewnętrznej pamięci EEPROM po każdej zmianie. Całość zasilana jest z jednego napięcia 5V.

Możliwości ustawień są następujące:

- ilość przedbłysków - od 0 do 19, zobrazowanie na wyświetlaczu normalnie od 0 do 9 i powyżej dziewięciu jako jedynka pali się punkt dziesiąty
- aktywność kanałów - ustawiana jest bitowo
- zerowanie licznika błysków

- ustawianie czułości foto-
- diody
- kasowanie pamięci
- kontrola i odczyt ilości błysków lampy

Po wykonaniu ostatniego przedbłysku sterownik oczekuje przez dwie sekundy i zeruje się automatycznie. W czasie oczekiwania powinien pojawić się blysk właściwy. Podczas eksperymentów stosowany był aparat typu C-2020Z firmy "OLYMPUS" i na podstawie jego czasów zostały dobrane wartości dla sterownika. Z badań wynika, że aparat ten generuje 8 przedbłysków. Okazuje się, że blysk właściwy nie jest jednym blyskiem, lecz trzema.

W innych modelach aparatów ilość generowanych błysków może być różna od w/w, dlatego ustawienie właściwego punktu pracy, jeżeli chodzi o przedblyski, będzie wymagało trochę cierpliwości i wielu prób. Pomocną będzie funkcja kontroli i odczytu ilości błysków lampy. Pozwoli to nam wstępnie oszacować ilość błysków.

Montaż i uruchomienie

Montaż i uruchomienie nie powinno sprawić kłopotów, ponieważ ilość elementów jest niewielka. Rozpoczynamy standardowo od oględzin płytki, sprawdzając czy nie ma zwarcí i pęknięć. Następnie lutujemy zwoje. Oznaczone są trzy, natomiast czwarta nieoznaczona (brak miejsca) znajduje się między rezystorami R13 i R14. Potem lutujemy rezystory i coraz wyższe elementy. Tak jest najwygodniej. Układy scalone lutujemy na końcu, po sprawdzeniu czy na wyprowadzeniach zasilania po podaniu napięcia jest 5V. Można włutować podstawki pod układy scalone, wówczas montaż i uruchomienie będzie łatwiejsze i bezpieczniejsze.

Dioda detekcyjna PD1 ma szeroki kąt działania. Kąt ten można ograniczyć, jeżeli zajdzie taka potrzeba, umieszczając diodę w rurce nie przepuszczającej promieniowania podczerwonego. Jak głęboko, to należy ustalić eksperymentalnie. Wtedy trzeba pamiętać, aby dioda i lampą bazowa widziały się wzajemnie tzn. posiadały wspólną oś optyczną. Wszystkie czynności trzeba wykonać bardzo starannie, ponieważ jakkolwiek błąd zniweczy całe nasze działanie. Po wmontowaniu wszystkich elementów i powtórnym sprawdzeniu można przystąpić do pierwszego uruchomienia.

Uwaga!!! Lampy błyskowe zewnętrzne, zwłaszcza starszego typu mogą posiadać na stykach wyzwalających napięcie ok. 200V. Dlatego przewody i/lub napędnoprowadzające muszą być odpowiednio zaizolowane, ponieważ odległość od pozostałych elementów jest niewielka. Istnieje także możliwość porażenia prądem, chociaż prąd roboczy jest niewielki, to do styków podłączony jest kondensator, który gromadzi energię.

Istotą uruchomienia jest podłączenie lamp błyskowych (przynajmniej jednej), podania napięcia zasilania, zaprogramowania sterownika oraz wywołanie go z aparatu. Oczywiście lampy błyskowe podłączamy po ustaleniu wszystkich parametrów pracy. Sterownik programuje się przy pomocy trzech przycisków. Wszystkie zmiany w programowaniu odnoszą skutek po zwolnieniu przycisku. Przyciski nie są samopowtarzalne. Jedno przyciśnięcie i zwolnienie, to zmiana jednej pozycji. Na początku należy wyzerować pamięć. Dokonujemy tego naciskając przycisk S1 i włączając napięcie zasilania. Na wyświetlaczu powinna pojawić się mała litera "d". Po zwolnieniu przycisku sterownik jest gotowy do dalszych operacji. Przyciskiem S2 ustawiamy, który kanał ma być aktywny. Naciskając go omiatamy cyklicznie licznik tak długo, aż zaświecą się odpowiednie diody. Ilość kroków w cyklu wynosi 16. Od 0 do 15. Oto tabela kroków:

	D1	D2	D3	D4
0	-	-	-	-
1	*	-	-	-
2	-	*	-	-
3	*	*	-	-
4	-	-	*	-
5	*	-	*	-
6	-	*	*	-
7	*	*	*	-
8	-	-	-	*
9	*	-	-	*
10	-	*	-	*
11	*	*	-	*
12	-	-	*	*
13	*	-	*	*
14	-	*	*	*
15	*	*	*	*

* oznacza kanał włączony

Przyciskiem S1 ustawiamy wstępnie ilość przedbłysków od 1 do 19 np. 4. Naciskając przycisk S3 wymuszamy zerowanie. Powinien zaświecić się znak składający

```
##### Sterownik Lamp Blyskowych #####
=====
Wersja kompilatora BASCOM-AVR DEMO v.1.11.7.4
Programator BASCOM-AVR DEMO v.1.11.7.4:
STK200-STK300
Generator zewnętrzny 8MHz (external) : Fusebit
A987 1110 : 1110 external OSC
Reset wewnętrzny : Fusebit KL
IO : ECK 64ns Delay
Sregfile = "M80DEFD0AT"
Crystal = 8000000

Config Timer0 = Counter, Edge = Falling
,
Config Pincb.0 = Output Out4
Config Pincb.1 = Output Out1
Config Pincb.2 = Output Out2
Config Pincb.3 = Output Out3
Config Pincb.4 = Output Led1
Config Pincb.5 = Output Led2
,
Config Pincd.0 = Output Led3
Config Pincd.1 = Output
Segm_H
Config Pincd.2 = Output
Segm_C
Config Pincd.3 = Output
Segm_G
Config Pincd.4 = Output
Segm_D
Config Pincd.5 = Output
Segm_E
Config Pincf.6 = Input nie
wykorzystany (RESET)
,
Config Pind0 = Output
Segm_B
Config Pind1 = Output
Segm_A
Config Pind2 = Input int0
Config Pind3 = Output
Segm_F
Config Pind4 = Input Timer0
Config Pind5 = Input S1
przycisk 1
Portd.5 = 1
Config Pind6 = Input S3
przycisk 3
Portd.6 = 1
Config Pind7 = Output Led4
=====
S1 Alias Pind.5 przycisk 1
S3 Alias Pind.6 przycisk 3
=====
Inp.
=====
A_segm Alias Port.1
B_segm Alias Port.0
C_segm Alias Port.2
D_segm Alias Port.4
E_segm Alias Port.5
F_segm Alias Port.3
G_segm Alias Port.3
H_segm Alias Port.1
=====
Led1 Alias Portb.4
Led2 Alias Portb.5
Led3 Alias Portc.0
Led4 Alias Portd.7
=====
Out1 Alias Portb.1
Out2 Alias Portb.2
Out3 Alias Portb.3
Out4 Alias Portb.0
=====
Dim Port_data As Byte
Out_4 Alias Port_data.0
Out_1 Alias Port_data.1
Out_2 Alias Port_data.2
Out_3 Alias Port_data.3
Out_4 Alias Port_data.4
Out_5 Alias Port_data.5
Out_all Alias Portb
=====
```

```
Declare Sub Readkey()
Dim Key As Byte

Declare Sub Display_cyfre()
Dim Cyfre As Byte

Dim Xcyfre As Byte
Dim Ycyfre As Byte
Dim Buf_cyfre As Byte
Dim Leds As Byte
Dim Count_cyfre As Byte
Dim Count_skip As Word
Dim Kiks As Byte
Declare Sub Load_timer()

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
Enable Interrupts

    Out1 = 0                                'PortB.1
    Out2 = 0                                'PortB.2
    Out3 = 0                                'PortB.3
    Out4 = 0                                'PortB.0

    Led1 = 1                                'PortB.4
    Led2 = 1                                'PortB.5
    Led3 = 1                                'PortB.6
    Led4 = 1                                'PortB.7

If S1 = 0 And S3 = 0 Then
    Cyfre = 22
    Call Display_cyfre()
    Waitms 100
    Do
        Loop Until S1 = 1 And S3 = 1

Elseif S1 = 0 And S3 = 1 Then
    Waitms 100
    Cyfre = 25
    Call Display_cyfre()
    Do
        Loop Until S1 = 1
    Cyfre = 0
    Writeeprom Cyfre , 11
    Leds = 0
    Writeeprom Leds , 12

Elseif S3 = 0 And S1 = 1 Then
    Cyfre = 26
    Call Display_cyfre()
    Waitms 100
    Do
        Loop Until S3 = 1 And S1 = 1
    Waitms 100
        Stop Timer0
        Tcnt0 = 0
        Start Timer0

Do
    If S3 = 0 Then
        Waitms 100
    If S1 = 1 Then
        Waitms 100
        Stop Timer0
        Cyfre = Tcnt0
        If Cyfre > 0 Then Cyfre = Cyfre - 1
    If Cyfre > 19 Then
        Cyfre = 27
        End If
        Xcyfre = Cyfre
    Call Display_cyfre()
    Do
        Loop Until S1 = 1 And S3 = 1
    Waitms 100
    Tcnt0 = 0
    Start Timer0
    End If
End If

Loop Until S1 = 0 And S3 = 1
Waitms 100
Do
    Loop Until S1 = 1 And S3 = 1
    Waitms 100

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
End If

On Timer0.Timer0_int
Enable Timer0
Stop Timer0
Tcnt0 = 0
```

```

kbs = 0
Readeprom Xcyfre , 11
Readeprom Leds , 12

Xcyfre = 10
Leds = 15

Cyfre = Xcyfre
Call Display_cyfre)

Led_1 = Not Leds.0 Port_da
Led_2 = Not Leds.1 Port_da
Led_3 = Not Leds.2 Port_da
Led_4 = Not Leds.3 Port_da

Out1 = 0 Portb.1
Out2 = 0 Portb.2
Out3 = 0 Portb.3
Out4 = 0 Portb.4

Led1 = Not Leds.0 Portb.4
Led2 = Not Leds.1 Portb.5
Led3 = Not Leds.2 Portb.6
Led4 = Not Leds.3 Portb.7

If Xcyfre = 0 Then
Stop Timer0
Out_all = Port_data
Elseif Xcyfre > 0 Then
Call Load_timer1
End If

Do
If S1 = 0 Or S3 = 0 Then
Stop Timer0
Call Readkey()
Select Case Key
Case 1 :
Incr Xcyfre
If Xcyfre > 19 Then Xcyfre = 0
Writeeprom Xcyfre , 11
Case 2 :
Incr Leds
If Leds > 15 Then Leds = 0
Led_1 = Not Leds.0
Led_2 = Not Leds.1
Led1 = Led_1
Led2 = Led_2
Led3 = Not Leds.2
Led4 = Not Leds.3
Out_1 = Leds.0
Out_2 = Leds.1
Out_3 = Leds.2
Out_4 = Leds.3
Writeeprom Leds , 12
Case 3 :
Cyfre = 24
Call Display_cyfre()
Count_skip = 0
Do
Incr Count_skip
Waitms 1
Loop Until S3 = 0 Or Count_skip > 1500

If Count_skip < 1500 Then
Cyfre = 22
Call Display_cyfre()
Count_skip = 0
Count_cyfre = 2
Do
If Int_0 = 1 Then
If Count_skip = 20000 Then
Cyfre = Count_cyfre + 20

```

```

Call Display_cyfre()
Incr Count_cyfre
If Count_cyfre > 3 Then Count_cyfre
= 1
Count_skip = 0
End If
Incr Count_skip
End If
Loop Until S3 = 1
Waitms 100
End If

End Select
Key = 0
Cyfre = Xcyfre
Call Display_cyfre()

If Xcyfre = 0 Then
Out_all = Port_data
Stop Timer0
Elseif Xcyfre > 0 Then
Out1 = 0
Out2 = 0
Out3 = 0
Out4 = 0
Call Load_timer()
End If
End If

Loop
=====
## KONIEC PĘTLI GŁÓWNEJ
=====
Sub Readkey()
Key = 0
Do
If S1 = 0 And S3 = 0 Then
Waitms 100
Do
Loop Until S1 = 1 And S3 = 1
Waitms 100
Key = 2
Elseif S1 = 0 Then
Waitms 100
Do
Loop Until S1 = 1
Waitms 100
Key = 1
Elseif S3 = 0 Then
Waitms 100
Do
Loop Until S3 = 1
Waitms 100
Key = 3
End If
Loop Until Key > 0
End Sub
=====
Sub Display_cyfre()
If Cyfre > 19 Then
H_seg = 1
Else
If Xcyfre > 9 Then
Cyfre = Xcyfre - 10
H_seg = 0
Else
H_seg = 1
End If
End If

Select Case Cyfre
Case 0:
A_seg = 0
B_seg = 0
C_seg = 0
D_seg = 0
E_seg = 0
F_seg = 0
G_seg = 1
Case 1:
A_seg = 1
B_seg = 0
C_seg = 0
D_seg = 0
E_seg = 1
F_seg = 1
G_seg = 1

```

```

F_seg = 1
G_seg = 1
Case 2:
A_seg = 0
B_seg = 0
C_seg = 1
D_seg = 0
E_seg = 0
F_seg = 1
G_seg = 0
Case 3:
A_seg = 0
B_seg = 0
C_seg = 0
D_seg = 0
E_seg = 1
F_seg = 1
G_seg = 0
Case 4:
A_seg = 1
B_seg = 0
C_seg = 0
D_seg = 1
E_seg = 1
F_seg = 0
G_seg = 0
Case 5:
A_seg = 0
B_seg = 1
C_seg = 0
D_seg = 0
E_seg = 1
F_seg = 0
G_seg = 0
Case 6:
A_seg = 0
B_seg = 1
C_seg = 0
D_seg = 0
E_seg = 0
F_seg = 0
G_seg = 0
Case 7:
A_seg = 0
B_seg = 0
C_seg = 0
D_seg = 1
E_seg = 1
F_seg = 1
G_seg = 1
Case 8:
A_seg = 0
B_seg = 0
C_seg = 0
D_seg = 0
E_seg = 0
F_seg = 0
G_seg = 0
Case 9:
A_seg = 0
B_seg = 0
C_seg = 0
D_seg = 0
E_seg = 1
F_seg = 0
G_seg = 0
Case 21:
A_seg = 0
B_seg = 1
C_seg = 1
D_seg = 1
E_seg = 1
F_seg = 1
G_seg = 1
Case 22:
A_seg = 1
B_seg = 1
C_seg = 1
D_seg = 0
E_seg = 1
F_seg = 1
G_seg = 1
Case 23:
A_seg = 1
B_seg = 1
C_seg = 1
D_seg = 0
E_seg = 1
F_seg = 1
G_seg = 1

```

```

G_seg = 1
Case 24:
A_seg = 0
B_seg = 1
C_seg = 1
D_seg = 0
E_seg = 1
F_seg = 1
G_seg = 0
Case 25:
A_seg = 1
B_seg = 0
C_seg = 0
D_seg = 0
E_seg = 0
F_seg = 1
G_seg = 0
Case 26:
A_seg = 1
B_seg = 1
C_seg = 1
D_seg = 0
E_seg = 0
F_seg = 1
G_seg = 0
Case 27:
A_seg = 1
B_seg = 1
C_seg = 0
D_seg = 0
E_seg = 0
F_seg = 1
G_seg = 0
End Select
End Sub
=====
Sub Load_timer()
If Xcyfre > 0 Then
Tcnt0 = 256 - Xcyfre
Start Timer0
End If
End Sub
=====
Timer0_int:
Out_all = Port_data
Stop Timer0
Cyfre = 24
Call Display_cyfre()
Wait 2
Cyfre = Xcyfre
Call Display_cyfre()
Out1 = 0
Out2 = 0
Out3 = 0
Out4 = 0
Call Load_timer()
Return
=====
End

```

się z trzech poziomych segmentów na ok. 2s. Jeżeli w trakcie tego znaku jeszcze raz naciśniemy przycisk S3 i przytrzymamy go, to regulując potencjometrem PR1 możemy ustawić czułość fotodiody do panującego oświetlenia. Jeżeli cyklicznie zmieniają się poziome segmenty, to dioda jest włączona, w innym przypadku - nie. Po zwolnieniu wszystko wraca do postaci poprzedniej. Regulację fotodiody należy przeprowadzać przy każdej zmianie oświetlenia. Trzeba także pamiętać o tym, że jeżeli pozostawimy sterownik aktywnym, a lampy błyskowe będą naladowane, to nawet zaświecenie dodatkowej żarówki o dużej jasności, wyzwoili lampy, co może przeszkadzać w wykonywaniu zdjęć, bądź też zablokować pracę sterownika. Włączanie i wyłączanie zasilania tak-

że wyzwała lampy, co spowodowane jest ustalaniem się warunków pracy układu (skoki napięcia, RESET procesora). Po wyregulowaniu diody można szacunkowo określić ilość błysków lampy, jeżeli jej nie znamy. W tym celu należy wcisnąć przycisk S3 i włączyć zasilanie. Powinna pojawić się na wyświetlaczu mała literka "c". Od tej chwili każdy błysk lampy jest zliczany. Odczytu dokonujemy wciskając przycisk S3. Powtórne wcisnięcie S3 zeruje licznik. Czynnność tę można powtarzać do momentu wyłączenia zasilania lub wcisnięcia przycisku S1. Pomiędzy przedbłyskami, a błyskiem (błyskami) właściwym jest przerwa na tyle duża, że można zdążyć zakryć lampę np. kapeluszem lub poduszką i w ten sposób odczytać tylko ilość przedbłysków, zamiast ilości wszystkich błysków. Teraz możemy wrócić do właściwego ustawienia przedbłysków. Dla naszego aparatu ilość przedbłysków wynosi 8, ale należy ustawić dziewięć. Trudno to określić dlaczego. Najlepiej, gdy przed każdym zdjęciem wyzerujemy licznik przyciskiem S3. Teraz podłączamy dodatkową lampę do sterownika pamiętając, żeby włączyć ją zgodnie z polaryzacją tzn. biegom dodatni do katody tyrystora, a ujemny do anody. Polaryzację wyzwalacza mierzymy woltomierzem. Uaktywniamy odpowiedni kanał, uruchamiamy aparat i pstrykamy. Po wykonaniu przedbłysków na wyświetlaczu powinny zaświecić się trzy poziome segmenty na 2S. Jeżeli tak się nie dzieje, to zmieniamy wartości przedbłysków ± 1 . Kiedy pojawi się następny błysk, zostanie potraktowany jako właściwy. Po upływie 2s sterownik zeruje się automatycznie. Po kilku próbach dochodzimy do poprawy i jeżeli mamy pełną kontrolę nad światłem, to w czasie wykonywania kolejnych zdjęć nie będziemy musieli ręcznie zerować licznika. Jeżeli na liczniku przedbłysków ustawimy wartość zero, to sterownik pracuje jako lampy zespolone. Ustawione kanały są wtedy otwarte przez cały czas i każdy błysk wyzwała lampy. Jeżeli wszystkie diody są wygaszone, to sterownik zlicza przedbłyski, ale błysk właściwy nie wyzwała żadnej lampy. Zasięg działania był sprawdzany do 6m, ale źródło promieniowania podczerwonego lamp błyskowych jest na tyle silne, że nie powinno być problemu przy większych odległościach. Jeżeli jest problem, to należy umieścić sterownik bliżej lampy bazowej. Trzeba pamiętać, że zbyt mała odległość poniżej 50cm powoduje zafalszowanie ilości błysków.

Spis elementów

Rezystory:

R1 - 270
R2 - 270
R3 - 270
R4 - 270
R5 - 270
R6 - 270
R7 - 270
R8 - 270
R9 - 270
R10 - 270
R11 - 270
R12 - 270
R13 - 510
R14 - 510
R15 - 510
R16 - 510
R17 - 1k
R18 - 10k
R19 - 10k
R20 - 5,1k
R21 - 100k
R22 - 1M

Kondensatory:

C1 - 100µF/16V
C2 - 100nF
C3 - 27pF
C4 - 27pF

Półprzewodniki:

D1 - LED
D2 - LED
D3 - LED
D4 - LED
D5 - 1N4148
D6 - 1N4148
TY1 - BT169
TY2 - BT169
TY3 - BT169
TY4 - BT169

DP1 - BPV10NF (Fotodiody)

W1 - LED WA

Układy scalone:

U1 - ATMEGA8 zaprogramowany
U2 - 74LS08
U3 - LM393

Inne:

Podstawka - DIL28W
PR1 - CA-6H504 (500k)
Q1 - 8MHz
WX1 - PLS2
WX2 - PLS2
WX3 - PLS2
WX4 - PLS2
Z1 - ARK2
S1 - mikroprzełącznik
S2 - mikroprzełącznik
S3 - mikroprzełącznik
Płytki - 393-k

Zajmując się budowaniem generatorów różnych częstotliwości zawsze napotykałyśmy na problem stabilności wartości częstotliwości w czasie. Minimalne zmiany warunków pracy, takich jak np. temperatura, zmiana napięcia zasilania lub przestrajania, zmiana odległości elementów powodują duże zmiany częstotliwości. Im większa częstotliwość, tym większe przyrosty zmian. Jeżeli wymagana jest duża stałość częstotliwości, a takie wymagania są coraz częstsze, to pojawia się pytanie: czy możliwe jest stabilizowanie częstotliwości, a jeżeli tak, to w jaki sposób?

Okazuje się, że jest to możliwe. Problem ten można rozwiązać stosując dodatkowy układ pracujący na zasadzie fazy pętli sprzężenia zwrotnego PLL (Phase Locked Loop). Zadaniem takiego układu jest utrzymywanie stałej wartości częstotliwości mierząc jej wartość, porównując z zadaną i dostrajanie jej na bieżąco.

Budowa i działanie

Sterownik skonstruowany używając do tego trochę przestarzałego, ale skutecznego, tańszego niż nowsze modele i łatwiejszego do zdobycia, układu scalonego pętli PLL typu SAA1057(U2). Układ ten stabilizuje częstotliwości AM (512kHz do 32MHz) i FM (70MHz do 120MHz). Nie jest zbyt rozbudowany, ponieważ posiada niewiele elementów zewnętrznych i niezbyt trudno nim sterować. Nasz sterownik wykorzystuje tylko właściwości FM. Do sterowania użyto procesora firmy "ATMEL" typu ME-8A8(U1). Procesor AVR taktowany zegarem 8MHz jest szybki, chociaż duża szybkość nie odgrywa tu większej roli. Zastosowany został z powodu zawartości wewnętrznej pamięci EEPROM. Natomiast układ PLL taktowany jest częstotliwością 4MHz, maksymalną jaką podaje producent. Procesor komunikuje się z pętlą PLL przy pomocy trójprzewodowego interfejsu SPI (Serial Programmed Interface) oczywiście plus dodatkowo masa czyli GND. Jest to jednokierunkowa transmisja szeregowo czyli od procesora do pętli. Wyprowadzenia sygnałów to CLB czyli inaczej CLOCK - taktowanie, DATA - dane i DLEN czyli ENABLE - włączenie sygnału. Istnieje możliwość podłączenia kilku pętli PLL do jednego procesora (nie w tym sterowniku) i wtedy sygnał na DLEN określa, do której pętli mają być skierowane sygnały

Sterownik syntezy częstotliwości FM z układem SAA1057



Zestaw 394-k

Urządzenie steruje pracą generatora FM w zakresie częstotliwości od 70MHz do 120MHz z krokiem 10kHz lub 12,5kHz. Zadaniem sterownika jest utrzymywanie stałej wartości częstotliwości

transmisji. Sygnał transmisji to sygnał logiczny czyli stany "0" i "1". Ramka transmisyjna wgłąda następująco: na początku stany wszystkich linii są ustawione na "0". Na linii DLEN pojawia się stan wysoki. Następnie na linii DATA jest wystawiana odpowiednia wartość, a potem na linii CLB wystawiany jest stan "1". W tym czasie następuje zapis bitu, następnie na CLB pojawia się stan "0". Teraz PLL jest gotowa do przyjęcia kolejnych bitów. Dane przesyłane są w postaci 16 bitowych słów. Bity wysyłane są w kolejności od najstarszego do najmłodszego. Faktycznie danych jest piętnaście bitów, szesnasty najstarszy bit, który decyduje o tym, do którego rejestru mają trafić dane. SAA1057 posiada dwa rejestry: „A” to rejestr częstotliwości i „B” to rejestr ustawień. Jeżeli dane mają trafić do rejestru częstotliwości, to wartość tego bitu wynosi „0”. W przeciwnym przypadku dane trafią do rejestru ustawień. Wartość danych wpisywanych do rejestru „A” może zawierać się od 512 do 32767. Ponieważ na 15 bitach można zapisać maksymalnie wartość 32767 to informacja o częstotliwości przesyłana jest skrótno

np.: 92MHz czyli 92.000.000Hz wysyłana jest jako 9200, natomiast do rejestru „B” wysyłany jest wybór mnożnika. Oprócz wartości częstotliwości do układu pięć wysyłane są inne informacje (rejestr „B”), oto one: (gwiazdka oznaczona są dane, które modyfikuje nasz sterownik)

15 bit numeru rejestru „B” - zawsze 1
14 FM typ modulacji częstotliwości 0 = AM, 1 = FM - zawsze 1
13* REFH krok 0 = 10kHz(1kHz - AM), 1 = 12.5kHz(1.25kHz - AM)
12* CP3 bit 3 programowany wzmacniacz prądu
11* CP2 bit 2 programowany wzmacniacz prądu
10* CP1 bit 1 programowany wzmacniacz prądu
9* CP0 bit 0 programowany wzmacniacz prądu
8 SB2 włączka ostatnie 8 bitów (od SLA do T0) - zawsze 1
0 = wyłączony - w tym przypadku wszystkie te bity ustawiane są na "0"
1 = włączony,
7 SLA tryb ładowania zatrasko

- rejestru „A” - zawsze 1
0 = asynchroniczny
1 = synchroniczny
- 6* PDM1 bit 1 tryb cyfrowego detektora fazy
5* PDM0 bit 0 tryb cyfrowego detektora fazy
4 BRM tryb odbiornika szyny danych - zawsze 0
0 = zawsze włączony
1 = wyłączany po zakończeniu transmisji
- 3* T3 bit 3 test - musi być zaprogramowany zawsze jako "0"
2* T2 bit 2 test - częstotliwość referencyjna 32kHz lub 40kHz
1* T1 bit 1 test - musi być zaprogramowany zawsze jako "0"
0* T0 bit 0 test - włączka na wyjściu częstotliwość programowalnego licznika 1kHz lub 1.25kHz

Tabela wartości prądów programowanego wzmacniacza prądu:
bity CP3 CP 2CP1 CP0

0.023mA				
0	0	0	0	
0.07 mA				
0	0	0	1	
0.23 mA				
0	0	1	0	
0.7 mA				
0	1	1	0	
2.3 mA				
1	1	1	0	

Tabela trybów cyfrowego detektora fazy:

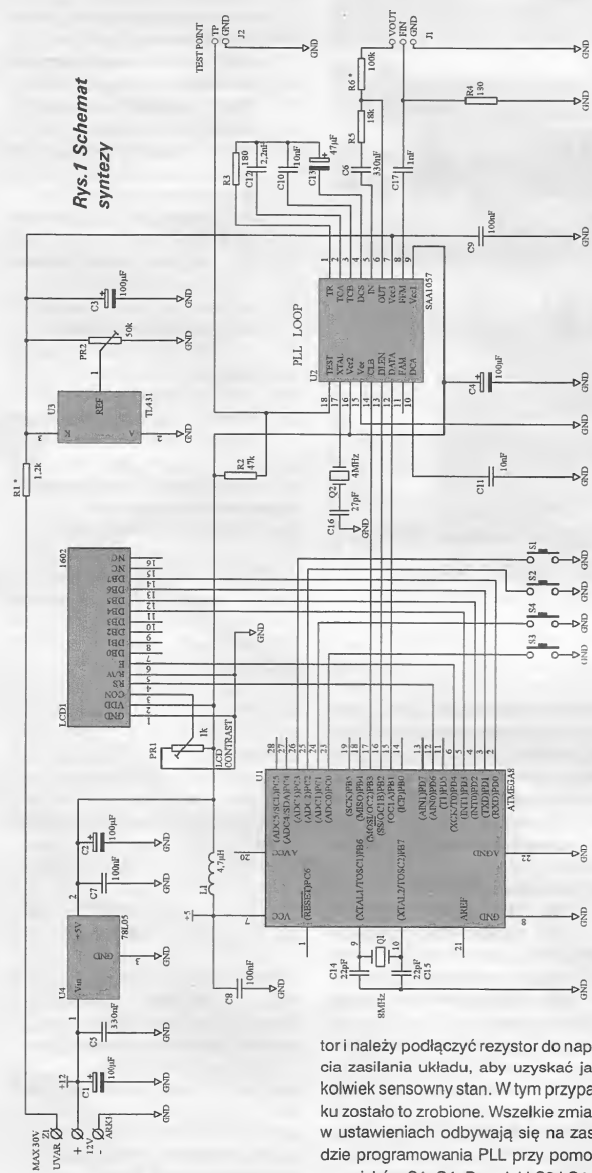
bity	PDM1	PDM0
tryb auto wł/wył	0	x
wł	1	0
wył	1	1

Tabela testów:

test "1" logiczna
T3=0; T2=0; T1=0; T0=0
(pin 18) częstotliwość referencyjna
T3=0; T2=1; T1=0; T0=0
częstotliwość programowalnego licznika
T3=0; T2=0; T1=0; T0=1
wyjście z licznika zatraskowego
T3=0; T2=1; T1=0; T0=1

SAA1057 posiada wyjście testowe (wprowadzenie 18) tzn. istnieje możliwość wysłania z procesora sterującego odpowiedniej informacji i sprawdzenie, czy działa poprawnie komunikacja z ukła-

Rys.1 Schemat syntezy



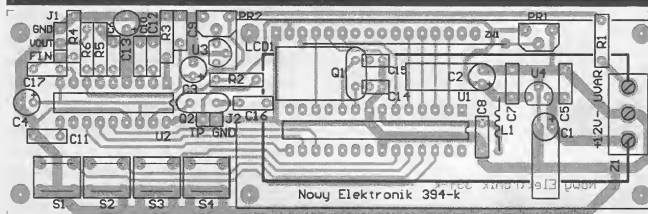
dem pętli, oczekując znanej wartości na wyjściu zgodnie z w/w tabelą testów oraz czy częstotliwości tworzone w SAA1057 są zgodne z założeniami. W wielu publikacjach na temat wyjścia TEST nie jest opisane, że jest ono typu otwarty kolek-

tor i należy podłączyć rezystor do napięcia zasilania układu, aby uzyskać jakikolwiek sensowny stan. W tym przypadku zostało to zrobione. Wszelkie zmiany w ustawieniach odbywają się na zasadzie programowania PLL przy pomocy przycisków S1...S4. Przyciski S3 i S4 są samopowtarzalne tzn. przytrzymując je po wciśnięciu, uzyskujemy co jakiś okres czasu powtórzenie i zwiększenie przyspieszenia. Do komunikacji z użytkownikiem służy wyświetlacz LCD. Wszystkie informacje są w postaci mnemoni-

ków i są zhierarchizowane, tak że nie musimy wprowadzać danych bitowo. Każda zmiana wartości lub potwierdzenie komunikatem jest pokazywana na wyświetlaczu. Dane są zapamiętywane w wewnętrznej strukturze pamięci EEPROM procesora. Układ PLL potrzebuje dwóch źródeł zasilania: jedno zasilają sam układ (pin 9 i 16), drugie to zasilanie wzmacniacza prądowego sterującego wyjściem napięcia przestrajającego (pin 7). W tym przypadku ustalono, że to pierwsze będzie wynosiło 5V i tworzone jest z 12V poprzez stabilizator LM78L05(U4). Tym samym napięciem zasilany jest procesor poprzez filtr składający się z dławika L1 i kondensatora C8. Filtr zabezpiecza przed szkodliwym wpływem napięć o wyższych częstotliwościach. Drugie źródło to napięcie stałe w zakresie od 5V do 30V. Stabilizowane jest przy pomocy precyzyjnego stabilizatora napięcia referencyjnego TL431 (U3). Potencjometrem PR2 ustala się potrzebną wartość napięcia. Rezystor R1 ogranicza maksymalny pobór prądu przez U3. Dane na temat układu SAA1057 to tylko część informacji, która jest niezbędna do skonstruowania sterownika. Dokładniejszych informacji należy szukać w dokumentacji firmowej lub na stronach internetowych np. "PHILIPS".

Montaż i uruchomienie

Jak już wspomniano wcześniej konstrukcja sterownika jest prosta i nie sprawia większych trudności, należy jednak pamiętać o dokładnym sprawdzeniu płytki drukowanej, czy nie występują na niej pęknięcia i zwarcia oraz starannym wlutowaniu elementów. Układy scalone powinny być wlutowane na końcu, po sprawdzeniu napięć zasilających. Teraz przylutujemy przewody ekranowane do połączenia z generatorem. Można je wyposażać w odpowiednie końcówki, aby łatwo można było włączyć i wyłączać podczas uruchamiania. Po wmontowaniu wszystkich elementów i sprawdzeniu połączeń można teraz przystąpić do pierwszego uruchomienia. W tym celu należy włączyć zasilanie i przetestować sterownik "na sucho" tzn. nie podłączając go do generatora. Testowanie odbywa się poprzez przegladanie i zmiany, których dokonujemy w trakcie programowania poruszając się po MENU. Dodatkowo w punkcie "TEST" mamy do wyboru 4 opcje opisane w ta-



Rys.2 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej (skala 1:1)

beli testów i na wyprowadzeniu 18 SAA1057 możemy uzyskać odpowiednią przebiegi. Oto funkcje przycisków:

S1 wejście do i wyjście z MENU
(zapis do pamięci i aktualizacja SAA po wyjściu z MENU)

W MENU

- S2 - zmiana pozycji
- S3 - zmniejszanie wartości
- S4 - zwiększanie wartości

POZA MENU

- S2 - zapis częstotliwości do pamięci komunikat po wciśnięciu przycisku [SETTINGS SAVED]
- S3 - zmniejszanie częstotliwości o krok + wpis do SAA
- S4 - zwiększanie częstotliwości o krok + wpis do SAA

Tabela zmian pozycji MENU:

STEP PLL - (wartość kroku pętli) 10KHz, 12.5KHz

CURRENT PLL - (prąd wzmacniacza) 0.023mA, 0.07mA, 0.23mA, 0.7mA, 2.3mA

TEST - (ustawianie wyjścia testowego)
LOGIC 1 (Logiczna jedynka)

REF. FREQUENCY - (częstotliwość referencyjna 32KHz(dla kroku 10kHz) lub 40kHz(dla kroku 12.5kHz)

OUT PRG. COUNT. - (częstotliwość programowalnego licznika 1kHz lub 1.25kHz)IN-LOCK COUNT.

PHASE DETECTOR - (detektor fazy)
AUTO - automatyczny
ON - włączony
OFF - wyłączony

SET FREQUENCY - (zmiana częstotliwości) 70MHz .. 120MHz

SET DEFAULT - (ustawienia domyślne)

komunikat po wciśnięciu przycisku [DE-FAULT STORED]
STEP PLL = 10KHz
CURRENT PLL = 0.023mA
TEST = IN-LOCK COUNT.
PHASE DETECTOR = ON
SET FREQUENCY = 92.000.0 MHz

Kiedy już umiemy poruszać się po MENU, możemy dokonać rzeczywistych ustawień. Zanim podłączymy "PLL.kę" ustawiamy generator na konkretną żadaną częstotliwość, mierzymy jej wartość, wpisujemy do sterownika. Mierzmy także wartość napięcia na warikapach i zapisujemy na kartce papieru tą wartość, aby nie zapomnieć. Teraz wiemy już jakim napięciem będą zasilane warikapy, dla przykładu 3V. W rzeczywistości napięcie to podajemy nieco wyższe. Obliczamy więc wartość rezystora R1 ze wzoru wynikającego z prawa OHM'a pamiętając, że maksymalny prąd dla U3 to 100mA, a maksymalna obciążalność wyjścia sterującego warikapami to 2,3mA. Przykładowo: napięcie oznaczone jako UVAR wynosi 12V, to rezystor R1 będzie miał wartość ok. 1.2k. Potencjometrem PR2 ustawiamy wartość napięcia na wyprowadzeniu 7 U3 na ok. 5V. Następną czynnością jest podłączenie PLL do generatora. Układ podłączony jest w dwóch punktach do generatora: jeden to wyjście, skąd pobierana jest częstotliwość przez FIN, a drugi to wejście na element przestrajający generator np. diody pojemnościowe z VOUT. Należy też dobrać rezystor R6. W naszym przypadku jest to ok. 100k. W zależności od typu generatora i rodzaju pracy wartość napięcia przestrajania należy ustalić indywidualnie. Jeżeli pracujemy tylko z samym generatorem, to zmieniając parametry w pętli możemy zmieniać wartość częstotliwości w dość szerokim zakresie, ale jeżeli jest to nadajnik, to zmiany są ograniczone do wartości wynikających z charakterystyki filtrów w nim zastosowanych i trzeba o tym pamiętać.

Spis elementów

Rezystory:

- R1 - *1,2k
- R2 - 47k
- R3 - 180
- R4 - 180
- R5 - 18k
- R6 - *100k

Kondensatory:

- C1 - 100µF/16V
- C2 - 100µF/16V
- C3 - 100µF/50V
- C4 - 100µF/16V
- C5 - 330nF
- C6 - 330nF
- C7 - 100nF
- C8 - 100nF
- C9 - 100nF
- C10 - 10nF
- C11 - 10nF
- C12 - 2,2nF
- C13 - 47µF/16V
- C14 - 22pF
- C15 - 22pF
- C16 - 27pF
- C17 - 1nF

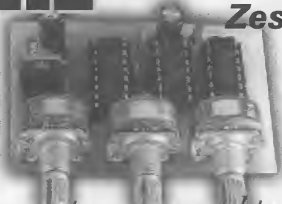
Układy scalone:

- U1 - MEGA8 zaprogramowany
- U2 - SAA1057
- U3 - TL431
- U4 - 78L05

Inne:

- LCD1 - 1602
- L1 - 4,7µH
- PR1 - CA6H102(1k)
- PR2 - CA6H503(50k)
- Q1 - 8MHz
- Q2 - 4MHz
- S1 - mikropzłącznik
- S2 - mikropzłącznik
- S3 - mikropzłącznik
- S4 - mikropzłącznik
- Z1 - ARK3
- Z2 - PLS16
- Z3 - PBS16
- J1 - PLS3
- Podstawka - DIL28W
- J2 - PLS2
- Płyta k - 394-k

Prosty generator sygnałowy 2MHz



Zestaw 396-k

Generator wytwarza sygnał prostokątny o częstotliwości od kilku herców do ok. 2MHz o regulowanym poziomie od 3V do 15V.

W każdym warsztacie elektronicznym niezbędnych jest kilka urządzeń do pracy np. oscyloskop, miernik napięcia, miernik prądu czy sonda logiczna. Zajmując się techniką cyfrową potrzebne jest źródło sygnału "cyfrowego" o różnych częstotliwościach i napięciach. Układy cyfrowe produkowane są

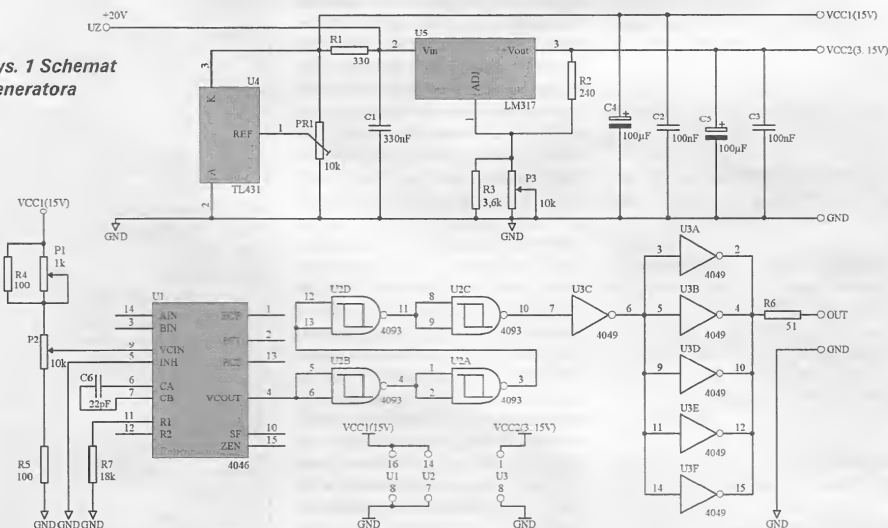
według różnych technologii (TTL, CMOS, ECL, DTL) i posiadają różne warunki pracy, dlatego zainteresowaliśmy się tą sprawą, czego efektem jest prezentowany generator.

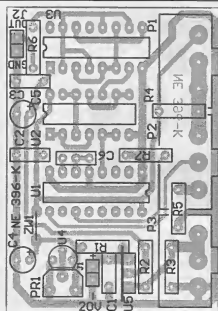
Budowa i działanie

Podstawą generatora jest układ

CMOS CD4046 z serii 4000, a właściwie jego główna część, czyli liniowy generator sterowany napięciem zwany VCO. Nieco więcej informacji o tym układzie w dalszej części artykułu. Do jego wyprowadzeń PIN6 i 7 dołączony jest kondensator 22pF(C6), który jest elementem rezonującym. Rezystor R7 ustala maksymalną częstotliwość pracy. Układ zasilany jest napięciem stabilizowanym 15V, które jest tworzone na TL431 (U4). TL431 to skompensowana termicznie regulowana dioda napięcia referencyjnego. Wartość maksymalna regulacji napięcia tej diody wynosi 36V. Maksymalny prąd diody to 100mA. Wartość rezystancji wyjściowej wynosi ok. 0,22 ohm'a. Posiada mały poziom szumów. Tolerancja wartości napięcia dla temperatury 25 st.C. wynosi +/-0,4%. Wartość napięcia ustala się przy pomocy dwóch rezystorów zewnętrznych. W naszym przypadku wartość tego napięcia dostraja się potencjometrem PR1. Rezystor R1 służy do ograniczenia maksymalnej wartości prądu dla diody. Na wyprowadzenie 9 podawane jest napięcie przestrajające z dzielnika rezystancyjnego P1, P2, R4 i R5. Potencjometrem P2 przestrajana jest częstotliwość zgrubnie, natomiast potencjometrem P1 dokładanie. Rezystor R4 bocznikuje P1. Takie rozwiązanie zastosowano z powodu trudności w nabyciu potencjometrów o małej rezystancji tego samego typu, co

Rys. 1 Schemat generatora





Rys.2 Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej (skala 1:1)

pozostałe. Wyprowadzenie 4 jest wyjściem sygnału, który podawany jest na 4 bramki NAND(U2) połączone szeregowo. Ze względu na obecność układu SCHMITT'a, w tych bramkach mają one charakterystykę przejściową z pętlą histerezy. Główną funkcją układu SCHMITT'a jest zamiana wolno zmieniającego się napięcia wejściowego (niekiedy zakłóconego) na sygnał cyfrowy o stromych zboczach. Zmiana stanu bramki następuje po przekroczeniu przez napięcie wejściowe progów napięciowych związanych z narastającym zboczem przebiegu wejściowego, który jest większy niż 50% U_{dd} i opadającym zboczem przebiegu wejściowego, który jest mniejszy niż 50% U_{dd} . W związku z tym bramki zawierające układ SCHMITT'a charakteryzują się większą niż bramki zwykłe, odpornością na zakłócenia. Właściwości bramek z układem SCHMITT'a zaliczają je do zastosowań w układach:

- kształtowania impulsów
- opóźniania zboczy
- detekcji zboczy zerowania po włączeniu zasilania
- multiwibratorów
- uniwibratorów.

Następnie sygnał przechodzi przez bramki układu CD4049(U3). Są to bufony, które zwiększają wydajność prądową i przetwarzają sygnał wyjściowy do różnych napięć zasilania. Bufory te to inwertyery o podwyższonej obciążalności w stosunku do standardowych bramek CMOS. Do każdego z nich można podłączyć dwie standardowe bramki TTL przy napięciu zasilania 5V.

Sumaryczna moc strat dla układu wynosi 700mW, a wartość prądu każdego wyjścia w stanie niskim wynosi 3,2mA dla 5V zasilania oraz 20mA dla 15V za-

silenia i w stanie wysokim wynosi 0,72mA dla 5V zasilania oraz 5mA dla 15V zasilania.

U3 zasilany jest z oddzielnego stabilizatora zrealizowanego na układzie LM317(U5). LM317 to monolityczny stabilizator napięcia. Wartość napięcia wynosi w granicach od 1,2 do 37V. Maksymalny pobór prądu wynosi 1,5A. Podobnie jak w przypadku TL431 wartość napięcia ustala się przy pomocy dwóch rezystorów, ale nieco inaczej. Jeden z tych rezystorów posiada stałą wartość i jest to 240 ohmów (w obwodzie TO220 podłączony jest do wyprowadzeń 1 i 3), preferowany przez producenta. Drugi zaś (w obwodzie TO220 podłączony jest do wyprowadzenia 1 i GND) jest dobierany z przedziału do 10k. Producent podaje wzór, według którego można szacunkowo obliczyć wartość napięcia, ale chyba łatwiej jest wstawić potencjometr, ustawić żądaną wartość, zmierzyć wartość i wstawić rezystor lub pozostawić potencjometr. W naszym przypadku wartość napięcia jest ustalana według potrzeb i potencjometr jest wstawiony na stałe. Trzeba pamiętać, że na wyjściu stabilizatora należy umieścić kondensator minimum 10µF. Bez niego stabilizator nie będzie pracował poprawnie. Przy większych wartościach poboru prądu wartość kondensatora powinna być większa. W układzie generatora stabilizator posiada możliwość regulacji wartości napięcia w zakresie od 3...15V. Napięcie to ustawia się potencjometrem P3. Taki też zakres wartości napięcia pojawia się na wyjściu bramek. Oporność wyjścia została ustalona rezystorem R6 na 50 Ohm. Wyjście można obciążyć dziesięcioma standardowymi wejściami TTL. Cały moduł zasilany jest z napięcia stałego ok. 20V. W takiej konfiguracji generator będzie pracował ze wszystkimi typami układów cyfrowych, a także z innymi urządzeniami.

Układ CD4046 jest pętlą fazową PLL (ang.: Phase Locked Loop). Składa się z:

- liniowego generatora strojonego napięciem - VCO
- dwóch komparatorów fazy o różnych charakterystykach
- szeregowego źródła napięcia odniesienia
- diody Zenera o napięciu regulacji 5,2V.

Podstawowym elementem pętli jest generator VCO, który zapewnia liniowość

przekształcenia napięcie-częstotliwość lepszą niż 1%. Minimalna wartość częstotliwości generatora oraz zakres zmian częstotliwości wyznaczone są przez elementy zewnętrzne: kondensator dołączony do wyprowadzeń 6 i 7(C1) oraz rezystory dołączone do wyprowadzeń 11(R1) i 12(R2). Elementy R1 i C1 determinują zakres zmian częstotliwości. Za pomocą rezystora R2 wprowadza się stałe przesunięcie częstotliwości, wyznaczając tym samym jej wartość minimalną. Orientacyjnie wartości F_{min} i F_{max} można wyznaczyć ze wzorów: $F_{min} = 1 / (R2(C1 + 32[pF]))$; $U_i = U_{ss}$ $F_{max} = 1 / (R1(C1 + 32[pF]))$; $U_i = U_{dd}$ Częstotliwość F_{min} zmniejsza się ze wzrostem R2. Gdy wartość R2 jest nie skończona duża, to wartość częstotliwości jest najmniejsza. Zaleca się stosowanie elementów zewnętrznych o wartościach: $R1 - 10k...1M$ $R2 - 10k...1M$ $C1 - 100pF, 10nF$ $U_z \geq 5V$ $C1 - 50pF, 10nF$ $U_z = 10V$ Wyprowadzenie 5 (INHIBIT) włącza (stan 0) lub wyłącza (stan 1) generator.

Montaż i uruchomienie

Płytką generatora jest niewielka i części jest też mało, więc montaż nie powinien sprawić większych trudności. Wykonujemy standardowe czynności, a więc sprawdzamy wzrokowo, czy na płytce nie ma zwarców oraz pęknięć ścieżek. Włutowujemy elementy. Najlepiej zacząć od elementów, które posiadają najniższy profil, czyli od rezystorów. Potem kondensatory i stabilizatory. Układy scalone U1, U2 i U3 włutowujemy na końcu, po sprawdzeniu czy na wyprowadzeniach zasilania układów jest właściwe napięcie. Układ zasilamy napięciem stałym ok. 20V. Wartość ta nie jest krytyczna, ponieważ w dalszej części stosowane są stabilizatory. Nie należy jednakże jej zbyt mocno przekraczać, ponieważ moc strat może zbliżyć się do wartości krytycznej szczególnie w TL431 i będzie to powodowało nadmierne grzanie elementu. Jeżeli chcemy zasiląć układ z nieco większego napięcia, należy skorygować rezystor R1 zwiększając go tak, aby prąd płynący w TL431 nie przekraczał wartości 100mA. Sam generator pobiera niewielki prąd w stanie nieobciążonym, ponieważ zastosowane układy wykonane są w technologii CMOS. Wartość napięcia U1 i U2 wyno-

si 15V i ustala się je potencjometrem PR1, a napięcie zasilania U3 powinno wynosić 3...15V i reguluje się je potencjometrem P3. Następnie do wyjścia generatora podłączamy rezystor np. 2,2k w stosunku do masy układu, ustalamy napięcie zasilania układu U3 na ok. 10V. Podłączając oscyloskop równolegle do tego rezystora możemy obejrzeć przebieg sygnału, a przy pomocy miernika częstotliwości możemy zmierzyć jego wartość. Regulując potencjometrami P2 i P1 zmieniamy częstotliwość oscylacji od paru herców do ok. 2MHz, a potencjometrem P3 zmieniamy amplitudę sygnału. Stosując generator do celów innych, niż taktowanie układów cyfrowych, należy pamiętać, aby nie przekraczać dopuszczalnej wartości prądu dla wyjścia generatora. Aby tego dokonać, należy określić jaka jest rezystancja obciążenia, czyli rezystancja podłączonego odbiornika, zmierzyć wartość napięcia zasilania buforów jakie jest ustawione, a następnie z prawa Ohm'a wyliczyć wartość prądu.

Spis elementów

Rezystory:

R1 - 330
R2 - 240
R3 - 3,6k
R4 - 100
R5 - 100
R6 - 51
R7 - 18k

Kondensatory:

C1 - 330nF
C2 - 100nF
C3 - 100nF
C4 - 100μF
C5 - 100μF
C6 - 22pF

Układy scalone:

U1 - 4046
U2 - 4093
U3 - 4049
U4 - TL431
U5 - LM317

Inne:

PR1 - 10k
P1 - 1k
P2 - 10k
P3 - 10k
J1 - PLS2
J2 - PLS2
Płytki - 396-K

Mostkowy wzmacniacz mocy 120W



Zestaw 397-k

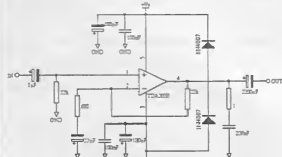
120-watowy elektroakustyczny wzmacniacz mocy dobrej jakości przeznaczony jest do współpracy z obciążeniem 4...16Ω i symetrycznym napięciem zasilania +/-22V.

Temat wzmacniaczy mocy cyklicznie pojawia się na warsztacie elektronika. Rozważania na ten temat doprowadziły nas do postawienia sobie pytania, czy można skonstruować wzmacniacz dużej mocy przy minimalnej liczbie elementów, niewielkich rozmiarach i jak najniższym (możliwie) napięciu zasilania? Przeglądając dokumentację dotyczącą scalonych wzmacniaczy mocy oraz artykuły w kilku ciekawych książkach udało się wybrać sensowne rozwiązanie. Pomysł nie był rewelacyjny, ale bardzo praktyczny.

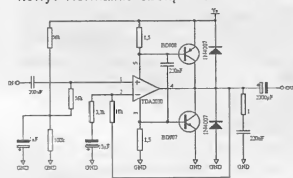
Budowa i działanie

Podstawą konstrukcji wzmacniacza jest układ TDA2030A. Jest to rozbudowana wersja TDA2030, monolitycznego wzmacniacza mocy wysokiej klasy. Jego charakterystyczne parametry to: moc wyjściowa z driverem 35W, napięcie zasilania +/-22V, maksymalny prąd w szczycie 3,5A, szerokość pasma 100kHz, rezystancja obciążenia 4...16 ohm przy napięciu wejściowym ok. 500...800mV. Czytając dokumentację firmową dotyczącą tego układu można zobaczyć, że nie jest jasno opisane w jakich dokładnie warunkach może on pracować. Postanowili-

śmy trochę poeksperymentować z tym układem. Jak wyżej wspomniiano maksymalna moc wyjściowa to 35W/4 ohm przy nominalnym napięciu +/-22V. Zbudowaliśmy wzmacniacz w konfiguracji podstawowej na podstawie aplikacji z dokumentacji. Zmieniliśmy napięcie zasilania. Stopniowo zwiększanie wartości napięcia od maksimum nominalu czyli +/-22 doprowadziło nas do +/-36V, cały czas kontrolując pobór prądu i moc wyjściową. Układy scalone, co jest trochę dziwne, wytrzymały przekroczenie napięcia zasilania o +/-14V. Moc układu wzrosła znacznie, ale wzrosła też temperatura i to dość mocno tak, że niezbędne było dodatkowe chłodzenie wentylatorem. Ale to nie satysfakcjonowało nas. Żeby uzyskać większą moc zamontowaliśmy dodatkowo dwa komplementarne tranzystory mocy BD911/BD912 sterowane ze źródeł prądowych, jakimi są rezystory 2,2 ohm na zasilaniu układu scalonego. Okazało się, że moc niewiele wzrosła przy zasilaniu +/-22V. Dodałobyśmy więc jeszcze jeden taki sam stopień i połączyliśmy je oba w układ mostkowy. Taki układ dopiero wydał z siebie oczekiwaną moc. Co to takiego układ mostkowy? Normalnie obciążenie wzmacniacza

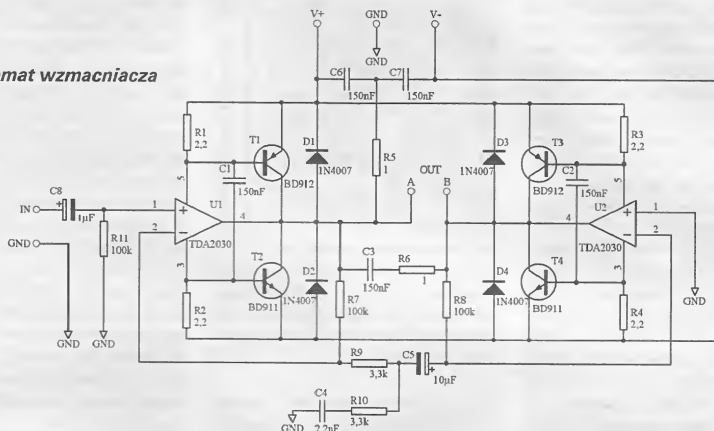


Typowa aplikacja TDA2030 - moc 18W



Aplikacja zwiększająca moc wzmacniacza do 35W

Rys. 1 Schemat wzmacniacza



stanowi zespół głośnikowy bądź rezystor, który jest podłączony pomiędzy wyjście wzmacniacza, a masę układu. Wartość napięcia na wyjściu osiąga maksymalnie prawie 90% wartości napięcia zasilania. Układ możemy to połączenie dwóch jednakowych stopni mocy, które są polaryzowane przeciwobnie. Obciążenie w tym przypadku połączone jest pomiędzy wyjściami wzmacniacza. Kiedy na wyjściu jednej gałęzi napięcie osiąga jakąś wartość, to w tym samym czasie na drugiej pojawia się taka sama wartość, tylko kierunek przepływu prądu jest przeciwny. Wtedy różnica napięć pomiędzy wyjściami obu gałęzi będzie dwa razy większa, niż w przypadku pojedynczej sekcji. Wartość mocy wyjściowej wzmacniacza dla sygnału sinusoidalnego oblicza się ze wzoru $P = (U \cdot I) / 2R$. Gdzie U oznacza wartość napięcia szczytowego, a R to wartość rezystancji obciążenia. Zakładając, że obciążenie wynosi 4 ohmy, a na wyjściu jednej sekcji jest napięcie 20V (ok. 90% z 22V), to obliczając moc wyjściową dla takiego układu mamy 50W. Dla połączenia mostkowego mamy 40V i moc w tym przypadku będzie wynosić 200W. Przy odpowiednim odprowadzaniu ciepła i dużej sprawności zasilacza wzmacniacz ten osiąga takie parametry. W eksperymencie egzemplarzu moc ok. 100W osiągnięto przy napięciu wyjściowym ok. 275mV.

W tytule napisane jest 120W, a to dlatego, że postanowiliśmy nie przeciążać układu i nie przystosowywać go do pracy w warunkach krytycznych mimo tego, że z obliczeń i testów wynikało, że przy 200W ma nawet jakiś zapas. Dlatego można powiedzieć o nim, że jest dobrej jakości. Można to samemu sprawdzić montując go. Jeżeli ktoś wyraża takie życzenie może pokusić się o próbę ekspery-

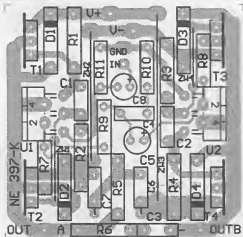
mentowania przekraczając wartości wcześniej opisane, ale to już jest pozaprogramowe.

Montaż i uruchomienie

Płyta drukowana wzmacniacza jest niewielka i jest mało elementów, więc nie trudno ją zmontować. Należy jednak wykonać kilka niezbędnych czynności. Przede wszystkim należy sprawdzić czy na płytce nie ma zwarcia lub pęknięć ścieżek. Na początku wlotujemy zwory, których jest 4. Trzeba dobrze rozpoznać ich lokalizację, ponieważ z braku miejsca zostały oznaczone bardzo małymi literami. Jeżeli zdecydujemy się na połączenie zasilania czterema przewodami, to dwie z nich, te wewnętrzne, nie będą konieczne. Zwory zewnętrzne ZW1 i ZW4 mogą być wykonane z drutu miedzianego lub srebrzonego ok. 0.4mm, natomiast wewnętrzne ZW2 i ZW3 powinny być wykonane z drutu o średnicy ok. 1mm. Następnie montujemy rezystory R7, R8, R9, R10 i R11 wsuwając je do końcówki w płytkę. Potem montujemy rezystory R1..R6 pamiętając, aby tym razem nie wsuwać ich zbyt głęboko oraz diody D1..D4. Należy pozostawić ok. półcentymetrowy odstęp od powierzchni płytki, ponieważ na nich może wydzielisz się nieco ciepła i w ten sposób ułatwimy jego odpływ. Teraz montujemy kondensatory pamiętając o tym, że C5 i C6 to elektrolity, które posiadają polaryzację. Pozostały do wlutowania tranzystory i układy scalone. Zanim je wlutowujemy, należy przygotować je do przykręcenia do radiatorów oraz same radiatory. Radiatory to fabrycznie gotowe profile wykonane z aluminium. Trudno określić jaki profil radiatora w danej chwili jest dostępny i jaką będzie posiadał rezystancję termiczną, ale wymiary 20 x 10 x 5 cm dla

jednego powinny wystarczyć. Takich radiatorów potrzeba dwa. Każda sekcja wzmacniacza przykręcona będzie do osobnego radiatora. Radiator musi mieć taki profil, aby można było przysunąć go na tyle blisko do płytki, by sięgał z niewielkim zapasem w każdym kierunku do tranzystorów. Należy dokładnie wymierzyć na podstawie płytki i/lub przyręczając radiator do włożonych w płytkę tranzystorów i układów U1, i U2, miejsce na otwory pod śruby. Właściwe jest wykonanie matrycy pod otwory w materiale takim, jak twarde drewno lub miękki metal, może być nawet blacha aluminiowa. Dlaczego? Ponieważ wiercenie w aluminium (wiadomo z praktyki) stwarza kłopoty i w początkowej fazie wiertło, a szczególnie łopate, ślizga się w materiale zmieniając położenie. W ten sposób zaoszczędzimy czas i pieniądze. Matryca drewniana może być gruba (1cm), natomiast z aluminium (blacha) 2mm. Miejsca należy zaznaczyć twardym ostrym punktacją. Na początku należy wywiercić otwory prowadzące wiertłem o mniejszej średnicy np. 0.8..1mm, następnie rozwiąć je wiertłem 2mm, a następnie zakończyć wiertłem właściwym. To jakie będzie wiertło, zależy od sposobu przykręcenia elementów. Po wywierceniu otworów należy większym wiertłem wykonać delikatnie fazy z obu stron otworów. Następnie zaznaczamy w radiatorze miejsce otworu centralnego i wiercimy go na zasadach podobnych jak przy matrycy. Potem przykręcamy matrycę śrubą i dodatkowo imadłem, i wiercimy pozostałe otwory. Można wywiercić w matrycy mniejsze otwory dostosowane do posiadanych śrub, a potem rozwiąć otwory w radiatorze do właściwych rozmiarów. Dodatkowo wiercimy na skraj radiatorów po dwa otwory dla dystansowników.

Dystansowniki to rurki metalowe potrzebne do zamocowania radiatorów do obudowy i utrzymania odległości pomiędzy radiatorami. Po wywierceniu otworów należy większym wiertłem wykonać delikatnie fazy z obu stron otworów. Do obróbki aluminium właściwie jest stosowanie ostrych wiertel o małym skosie i należy używać jako chłodzenia wody, alkoholu (denaturat) lub naftę. Zabezpiecza to przed zakleszczeniem się wiertła w materiale i rozbijaniu otworu przez zapieczone wióry. Najlepiej wiertć w stojaku, wtedy otwory będą prostopadłe do płaszczyzny wiercenia. Dlaczego tyle o tych otworach? Ponieważ średnica ich jest mała, odstęp niewielki, a trzeba pamiętać, że wszystkie elementy muszą być oddzielone od siebie galwanicznie. Zbyt duże otwory źle usytuowane spowodują kłopot w montażu przekładek izolujących, a także naprężenia elementów. Można zastosować przekładki mikowe, silikonowe lub teflonowe. W modelu eksperymentalnym zastosowano przekładki mikowe grubości 0,1 mm smarowane z obu stron pastą silikonową. Średnica wświada otworów w radiatorze, to 3,5 mm. Śruby mocujące o średnicy 3 mm. Kohnierz izolujący na śrubie wykonany jest z rurki teflonowej oraz podkładka izolująca pod nakrętkę wykonana z tekstolitu (z tego materiału, co wykonane są płytki drukowane dobrej jakości bez metalizacji - szklano-epoksydowej). Pomiedzy nakrętką, a przekładką izolującą jest podkładka zwykła i sprężynująca. Mamy już przygotowane radiator i osprzęt. Teraz należy w odpowiedniej kolejności zamontować elementy do radiatorów przykręcając je, ale niezbyt mocno. Następnie przykręcamy dystansowniki wewnętrzne, skręcając radiator, ale delikatnie. Nakładamy płytkę na elementy. Dokręcamy dystansowniki nieco mocniej tak, aby radiator nie ruszał się. Najlepiej na płaskiej powierzchni. Centrujemy płytkę na elementach. Najpierw przykręcamy układy scalone, przylutowujemy je. Potem robimy to samo z tranzystorami. Teraz należy przy pomocy ommietera sprawdzić każdy element przykręcony do radiatora, czy nie ma zwarcia z nim. Śruby powinny być przykręcone na tyle, aby podkładka sprężynująca mogła pracować podczas zmian termicznych zachodzących przy różnych mocach. Na ścieżki wysokoprądowe (to te z odsłoniętą maską) łączące kolektory tranzystorów oraz zasilające należy dolutować kawałki drutu srebrzonego lub miedzianego o średnicy ok. 1 mm. Do wejścia A i B wzmacniacza oraz w miejsca zasilania V+ i V- przylutowujemy przewody miękkie o grubości ok. 1,5 mm. Do wejścia i masy przewody mogą być nieco cieńsze, ponie-



Rys. 2 Rozmieszczenie elementów na płycie drukowanej

waż płynię przez nie niewielki prąd. Po przylutowaniu wszystkiego co trzeba, należy sprawdzić dokładnie czy nie ma zwarcie spowodowanych cyną, ponieważ ścieżki w niektórych miejscach przebiegają bardzo blisko siebie. Tyle o montażu.

Do uruchomienia potrzebny będzie zasilacz +122V (najlepiej stabilizowany z regulacją napięcia) o wydajności prądowej ok. 5A (najlepiej z zabezpieczeniem nadprądowym) o mocy ok. 300W, dwie oprawki bezpieczników topikowych, bezpieczniki topikowe 6A, dwa kondensatory elektrolityczne 10mF.20mF/50V, zestaw rezystorów 4..16 ohm o mocy ok. 200W, dwa rezystory ok. 20 ohm/5W, dwa rezystory ok. 2,2 kohm/1W, miernik uniwersalny, generator sygnałowy sinus 20Hz..20kHz, oscyloskop oraz wentylator. Do wyjścia zasilacza dołączamy kondensatory 10mF zgodnie z polaryzacją. Równolegle do kondensatorów dolutowujemy rezystory 2,2k. Do kondensatorów szeregowo dolutowujemy oprawki bezpiecznikowe i rezystory 20 ohm. Do rezystorów podłączamy przewody zasilające ze wzmacniacza. Punkt masy dolutowujemy do wspólnego bieguna zasilania(MA-SA). Do przewodów wyjścia wzmacniacza dolutowujemy zestaw rezystancyjny 4..16 ohm. Do wejścia wzmacniacza podpinamy wyjście z generatora. Wszystko lutujemy, nie na żabki czy krokodyle, bo potem może być wielkie bruuum!!! Równolegle do obciążenia dołączamy oscyloskop. Oscyloskop, zasilacz i generator nie mogą posiadać połączenia galwanicznego z masą, ponieważ wyjście wzmacniacza nie pracuje w układzie standardowym i spowoduje to zwarcie. Włączamy generator, ustalamy częstotliwość ok. 1 kHz i poziom na 0V. Włączamy oscyloskop. Włączamy zasilanie wzmacniacza. Woltomierzem mierzymy napięcie stałe na wyjściu wzmacniacza. Powinno być ok. 0V. Powoli zwiększamy poziom wejściowy obserwując wskazania oscyloskopu. Przy amplitudzie 5V wyłączamy zasilacz. Jeżeli wszystko poszło bez przeszkód, to usuwamy rezystory 20 ohm. Powtarzamy cykl od początku, tym razem zwiększając poziom sygnału tak, aby wartość

amplitudy na wyjściu wzmacniacza wynosiła do ok. 20V. Jeżeli tak jest, to znaczy, że uruchomienie powiodło się. Teraz można przetestować zakres częstotliwości i/lub poziomu. Mając dodatkowo wobuloskop można obejrzeć charakterystykę pasma przenoszenia wzmacniacza. Dobrze jest pograć go przy 90% nominalu obserwując pomiar temperatury. Gdy jest znaczny i zbliża się do wartości krytycznych, to należy włączyć wentylator (wniosek - błąd lub za mały radiator lub źle przymocowane radiatory). Potem można włączyć 100% i testować go przez jakiś czas. Jeżeli wszystko chodzi poprawnie, to można zamiast rezystora podłączyć kolumny głośnikowe bez obaw o uszkodzenie ich, a zwłaszcza głośnika niskotonowego. Istnieje możliwość zastosowania radiatorów o mniejszej objętości stosując jednocześnie odpowiedni wentylator na stałe, ale wtedy niezbędny jest dodatkowy układ kontroli temperatury, sygnalizujący przekroczenia i wyłączenia zasilania.

Spis elementów

Rezystory:

- R1 - 2,2 /0,5W
- R2 - 2,2 /0,5W
- R3 - 2,2 /0,5W
- R4 - 2,2 /0,5W
- R5 - 1 /1W
- R6 - 1 /1W
- R7 - 100k
- R8 - 100k
- R9 - 3,3k
- R10 - 3,3k
- R11 - 100k

Kondensatory:

- C1 - 150nF /63V
- C2 - 150nF /63V
- C3 - 150nF /63V
- C4 - 2,2nF /63
- C5 - 10µF /63V
- C6 - 150nF /63V
- C7 - 150nF /63V
- C8 - 1µF /63V

Półprzewodniki:

- D1 - 1N4007
- D2 - 1N4007
- D3 - 1N4007
- D4 - 1N4007
- T1 - BD912
- T2 - BD911
- T3 - BD912
- T4 - BD911

Układy scalone:

- U1 - TDA2030A
- U2 - TDA2030A
- Inne:
- Płytki - 397-K

Zamówienie ważne do ukazania się następnego numeru NE

*Zamówienie na
darmową płytkę
drukowaną*

Tu proszę nakleić
kupon z ostatniej strony

Nazwisko

.....
Imię

.....
ul. nr domu/mieszkania

.....
kod pocztowy, miejscowość

nr telefonu (i kierunkowy)

Załączam zaadresowaną kopertę zwrotną z naklejonym znacznikiem za 1,70zł

☐ 706-k☐ 707-k

393-k

☐ 394-k

396k

397k

□ 398-k

399k

☐ 400k

401-k

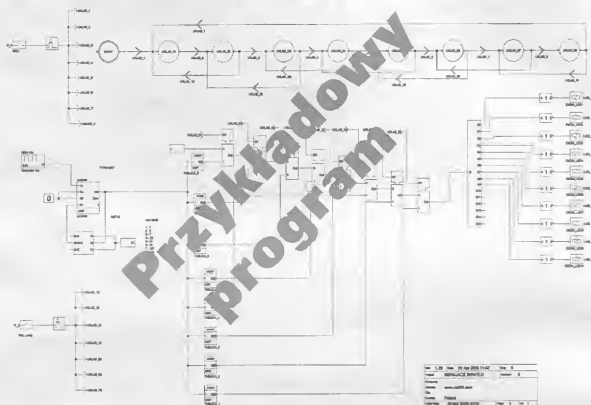
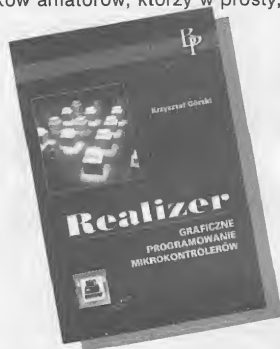
Okres realizacji darmowych płytek
do 60 dni

UWAGI lub ZAMÓWIENIE

REALIZER

Graficzne programowanie mikrokontrolerów

Książka przeznaczona jest przede wszystkim dla elektroników amatorów, którzy w prosty,



bezbolesny sposób chcą rozpocząć przygodę z mikrokontrolerami.

Nie ulega wątpliwości, że rozwój elektroniki w ostatnich latach nie pozostawia nam elektronikom wyboru, zmuszając nas do zgłębiania tajemnic techniki mikroprocesorowej. Ci wszyscy, którzy nie mają czasu uczyć się skomplikowanych języków programowania, a chcą w swoich konstrukcjach wykorzystać mi-

crokontrolery mogą śmiało sięgnąć po mikrokontrolery rodziny ST62/72 i tworzyć przy pomocy ST6Realizera bardzo zaawansowane programy w ciągu kilkunastu przyjemnych minut z komputerem.

Wielką zaletą ST6Realizera jest jego intuicyjna obsługa oraz to, że nie wymaga się od projektanta znajomości jakiegokolwiek języka programowania!

Książka oprócz podstawowych

wiadomości o mikrokontrolerach rodziny ST62 oraz zagadnień związanych z obsługą programu ST6Realizer, zawiera bardzo dużo praktycznych przykładów, które ułatwią zgłębianie tajemnic tego niesamowitego programu.

Tak jak inne programy Realizer ma swoje wady i zalety. Jednak jestem pewny, że każdy kto sięgnie po Realizera, nie zawiedzie się na nim i będzie z niego zadowolony, tak jak autor książki.

Płytki drukowane za DARMO!!!

Jak zapewne wszyscy wiedzą z własnego doświadczenia najmniej przyjemną, a zarazem najbardziej czasochłonną czynnością przy budowie układu elektronicznego jest wykonanie płytki drukowanej. Aby uprzyjemnić budowę układów redakcja Nowego Elektronika oferuje za darmo płytki drukowane do większości układów, które są publikowane na łamach NE. Każdy z Czytelników może zamówić za darmo jedną dowolnie wybraną płytkę drukowaną, której rysunek został zamieszczony na wkładce - nie dotyczy reprintów. Aby otrzymać wybraną płytkę drukowaną wystarczy na poniższym blankiecie zaznaczyć krzyżykiem jej numer, nakleić kupon z ostatniej strony okładki i dołączyć zaadresowaną kopertę zwrotną ze znaczkiem za 1.70 zł., a następnie przesłać to wszystko na adres redakcji. Dział wysyłki darmowych płytek odeśle w zaadresowanej kopercie wybraną płytkę drukowaną.

Nowy Elektronik
ul. Junaków 2, 82-300 Elbląg

Oferta Specjalna Nowego Elektronika

Wszystkie pozycje ze Specjalnej Oferty handlowej NE można zamówić: listownie, telefonicznie, poprzez e-mail. Do wysłanej przesyłki dołączane są koszty pałowania i wysyłki (także do przedpłaty) - 13.00zł.

Podane ceny zawierają podatek VAT.

A=symbol elementu; B= nazwa; C= Nr Nowego Elektronika; D=cena detaliczna; E=cena dla prenumeratorów

Układy mikroprocesorowe + wybrany program

A	B	D	E
88C(S)51	plus zaprogramowanie wybranym programem	28,00	22,40
88C(S)52	plus zaprogramowanie wybranym programem	28,00	23,20
88C2051	plus zaprogramowanie wybranym programem	24,00	19,20
88C4051	plus zaprogramowanie wybranym programem	28,00	22,40
ST62T10	plus zaprogramowanie wybranym programem	26,00	20,80
ST62T20	plus zaprogramowanie wybranym programem	27,00	21,60
90S4433	plus zaprogramowanie wybranym programem	28,00	23,20
90S2313	plus zaprogramowanie wybranym programem	28,00	23,20
90S1200	plus zaprogramowanie wybranym programem	28,00	22,40
Tiny22313	plus zaprogramowanie wybranym programem	28,00	23,20
Tiny26	plus zaprogramowanie wybranym programem	29,00	23,20
Mega8	plus zaprogramowanie wybranym programem	29,00	23,20
Mega16	plus zaprogramowanie wybranym programem	29,00	23,20

Układy pamięci EPROM + wybrany program

A	B	D	E
27C512	plus zaprogramowanie wybranym programem	20,00	16,00
27C256	plus zaprogramowanie wybranym programem	20,00	16,00
27C64	plus zaprogramowanie wybranym programem	24,00	19,20
2716	plus zaprogramowanie wybranym programem	24,00	19,20

Platy drukowane do układów z Nowego Elektronika

A	B	C	D	E
001	Sterownik dużej mocy do PC	1/98	brak	
002	Cyfrowe efekty dyskotekowe	1/98	brak	
004	Prosta przetwornica DC/DC	1/98	3,00	2,40
005	Pięciokanałowy analizator logiczny	1/98	5,00	4,00
005_1	Pięciokanałowy analizator logiczny	1/98	brak	
006	Tester kabli koncentrycznych	1/98	3,00	2,40
008	Miniadapt. mikroton z modułem True FM	1/98	brak	
010	Uniwersalny moduł odbiornika UKF FM	1/98	brak	
024	Zamek sztyfowy z alarmem	1/98	brak	
026_1	Ośmiokanałowy zegar sterujący	1/98	brak	
026_3	Ośmiokanałowy zegar sterujący	1/98	5,00	4,00
026_5	Ośmiokanałowy zegar sterujący	1/98	5,00	4,00
007	Prosty domowy nadajnik telewizji kolorowej	2/98	brak	
012	Elektroniczna ruleta	2/98	5,00	4,00
015	Zwzmacniacz HIFI 2x50W	2/98	5,00	4,00
025	Programowany zegar ściemniowy	2/98	10,00	8,00
027	Koder stereo	2/98	brak	
027_1	Koder stereo-generator	2/98	3,00	2,40
029	Emulator pamięci EPROM2764-27256	2/98	brak	
030	Autosłom ze sterownikiem centralnego zamka	2/98	10,00	8,00
030_1	Autosłom ze sterownikiem centralnego zamka	2/98	3,00	2,40
003	Automatyczny przełącznik AV	3/98	brak	
013	Automatyczna miniperkusja	3/98	brak	
016	Miernik występowania z pamięcią	3/98	6,00	4,80
031	Programowany miernik częstotliwości	3/98	8,00	6,40
032	Zegar z gongiem	3/98	brak	
033	Odbiornik KF	3/98	brak	
026_1	Ośmiokanałowy sterownik węża świetlnego	3/98	5,00	4,00
026_3	Ośmiokanałowy sterownik węża świetlnego	4/98	brak	
009	Migające lampki na świetlną chłonkę	4/98	brak	
011	Prosta przetwornica 12V/220V	4/98	brak	
017	Stereofoniczny potencjometr cyfrowy do audio	4/98	brak	
041	Amatorski programator 88C1051,88C2051	4/98	brak	
042_1	Uniwersalna przetwornica obniżająca napięcie	4/98	4,00	3,20
042_2	Uniwersalna przetwornica odwracająca napięcie	4/98	4,00	3,20

042_3	Uniwersalna przetwornica podwyższająca napięcie	4/98	4,00	3,20
043	Przetwornik A/C do komputera PC	4/98	brak	
044_1	Wzmacniaczowy nadajnik FM	4/98	brak	
044_2	Wzmacniaczowy odbiornik FM	4/98	brak	
045	Częstotłomierz współpracujący z licznem RS232	1/99	3,00	2,40
050	Kompletny wzmacniacz-selektor wejścia	1/99	brak	
051	Minikamera pogłosowa	1/99	brak	
052	Dotykowy ściemniacz światła	1/99	4,00	3,20
053	Milwoltomierz	1/99	brak	
055	Analogowy dekod. tonu do NAGAVISION/SYSTER	1/99	brak	
058	Amatorski programator 88C51, 52, 55	1/99	10,00	8,00
057	Mikroprocesorowy miernik LC	1/99	10,00	8,00
018	Ośmiokanałowy analizator stanów logicznych	2/99	10,00	8,00
020	Automatyczny przełącznik oświetlenia reklamowego	2/99	brak	
022_1	Czterokanałowy nadajnik-odbior. podcz. wiersi	2/99	6,00	4,80
022_2	Czterokanałowy nadajnik-odbior. podcz. wiersi	2/99	brak	
023	Generator funkcji z 8 stopniem mocy	2/99	brak	
053	Panew. woltomierz napięcia stałego	2/99	7,00	5,60
063_1	Panew. woltomierz napięcia stałego mod. wyj.	2/99	5,00	4,00
100	Układ do zmiany kierunku obrotów silnika prądu stal.	2/99	brak	
019	Zasilacz laboratoryjny 0-20V/2A cz.I	2/99	brak	
019_1	Zasilacz laboratoryjny 0-20V/2A cz.II mod.sterowania	3/99	brak	
019_2	Zasilacz laboratoryjny 0-20V/2A cz.II mod.klawiszu	3/99	4,00	3,20
021	Przystawka gitarowa... "OVERDRIVE"	3/99	brak	
034	Mikroprocesorowy licznik kosztu rozm. telefon.	3/99	brak	
034_1	Mikroprocesorowy licznik kosztu rozm. telefon.	3/99	brak	
035	Detektor gazu	3/99	brak	
035_1	Detektor gazu	3/99	3,00	2,40
036	Próbnik stanów logicznych CMOS/TTL	3/99	brak	
037	Symulator-generator stanów log. na wyj. CMOS	3/99	5,00	4,00
070	Kompletny wzmacniacz-kłódkowa mocy 100W	3/99	5,00	4,00
073	Panew. amperomierz prądu stałego	3/99	brak	
073_1	Panew. amperomierz prądu stałego mod.wyj.	3/99	5,00	4,00
051	Zdalne sterowanie przez telefon	4/99	10,00	8,00
062	Miernik niskich rezystancji	4/99	brak	
059	Prosty "kuczek" elektroniczny	4/99	5,00	4,00
059_1	Prosty "kuczek" elektroniczny z 2-stopniową ster. temp.	4/99	5,00	4,00
054	Przełącznik do ładowania akumulatorów samochod.	4/99	brak	
055	Regulator regulacji ogrzewania	4/99	5,00	4,00
056	Regulator oświetlenia na podcz. wiersi	4/99	brak	
057	Samochodowy wzmacniacz mocy	4/99	7,00	5,60
042	Domowa centrala alarmowa	5/99	10,00	8,00
049	Konwerter-komputer-TV	5/99	brak	
060	Kompletny wzmacniacz-przedwzmacniacz	5/99	brak	
068	Emulator nadajnik DCF77	5/99	5,00	4,00
075	Miniatury stereo i logiczne wzmacniacz słuchawk.	5/99	brak	
079	Miernik częstotliwości do 1,2GHz	5/99	10,00	8,00
085	Mikroprocesorowy sterownik akwarium	5/99	brak	
085_1	Mikroprocesorowy sterownik akwarium	5/99	3,00	2,40
059	Rozmowa przez zamknięte drzwi	6/99	brak	
091	Miernik napięcia stałego z autom.zmianą zakresów	6/99	10,00	8,00
092	Lasery efekty świetlne	6/99	8,00	6,40
093	Elektroniczna chłonka	6/99	5,00	4,00
094	Tanie sonde napięciowa 0-19,9V	6/99	brak	
096	Automatyczna sekretarka telefoniczna	6/99	12,00	9,60
099	Układ kontroli pracy wentylatora CPU komputera	6/99	3,00	2,40
071	Półprzewodnikowy "radiator"	1/00	10,00	8,00
054_1	Sztuczne obciążenie czyli "poziórak prądu"	1/00	brak	
054_2	Sztuczne obciążenie czyli "poziórak prądu"	1/00	brak	
047_1	Zdalne sterowanie poprzez sieć elektryczną	1/00	brak	
047_2	Zdalne sterowanie poprzez sieć elektryczną	1/00	12,00	9,60
047_3	Zdalne sterowanie poprzez sieć elektryczną	1/00	brak	
046	Przetwornica 12V/4V i mocy 75W	1/00	brak	
038	Minikamera jako detektor ruchu	1/00	brak	
089	Odbiornik DCF77	1/00	brak	
039	Układ redukcji szumów	1/00	brak	
058	Przetwornica 12-200/300VA	2/00	15,00	12,00
058_1	Przetwornica 1200/300VA	2/00	6,00	4,80

072	Wzrostowy stabilizator impulsowy 1,2-203A	2/00	brak		
074	Mini UPS	2/00	brak		
076	EQUALIZER 7-kanalowy	2/00	6,00	4,80	
078_1	EQUALIZER 7-kanalowy	2/00	8,00	4,80	
077	Amdar. programator pamięci EPROM 27C64 i 27C256	2/00	brak		
078_1	Laserowy system zdalnego sterowania	2/00	8,00	6,40	
078_2	Laserowy system zdalnego sterowania	2/00	8,00	4,80	
083	Termometr 0-300C	3/00	brak		
064	Układ do rozmagniesowania głowic magnetofon.	3/00	7,00	5,60	
066	Szerokopasmowy modulator telew. dla kanałów 21-37	3/00	5,00	4,00	
067	Elektroniczna papuga	3/00	5,00	4,00	
088	Zasilacz symetryczny 0-30V/2A	3/00	8,00	6,40	
097	Zegar z "inteligentnym" budzikiem	3/00	brak		
097_1	Zegar z "inteligentnym" budzikiem	3/00	brak		
098	Prosta sonda logiczna TTL na ST62T10	3/00	8,00	4,80	
080	Układ opóźniający-sztuczne echo	4/00	brak		
081	Interkom i motocykl	4/00	brak		
081_1	Interkom i motocykl	4/00	4,00	3,20	
082	Stroboskop fotograficzny 11J	4/00	brak		
082_1	Stroboskop fotograficzny 11J moduł palnika	4/00	3,00	2,40	
090_1	Przesyłanie sygnałów video kablem teletechnicznym	4/00	brak		
090_2	Przesyłanie sygnałów video kablem teletechnicznym	4/00	5,00	4,00	
090_3	Przesyłanie sygnałów video kablem teletechnicznym	4/00	brak		
101	Uniwersalny ośmioportowy przełącznik elektro.	4/00	brak		
101_1	Uniwersalny ośmioportowy przełącznik elektro.	4/00	5,00	4,00	
102	Szyfrotłóżki dźwięku	4/00	8,00	4,80	
103	Alarm samochodowy	4/00	8,00	6,40	
104	Komputer świetlny "Mac" płytka sterownika	5/00	10,00	8,00	
104_1	Komputer świetlny "Mac" płytka wyświetlacza	5/00	8,00	4,80	
105	Automat do przyłókowej lampki nocnej	5/00	brak		
106	Ducheniowy wykryw. metali do penetracji ścian	5/00	brak		
107	Wzmocniacz mocy 250W HIFI (sinus)	5/00	15,00	12,00	
108	Stoik gitarowy	5/00	6,00	6,40	
109	Automatyczne oświetlenie posesji	5/00	brak		
110	Generator sygnałów Morse'a lub autom.klucz telegraf.	5/00	brak		
113	Programator 89C051 do BASCOM	5/00	10,00	6,00	
111	Gwiazda Bełżejska	6/00	brak		
112	Zasilacz napięć symetrycznych	6/00	brak		
114	Elektroniczny metronom	6/00	5,00	4,00	
115	12-kanalowe zdalne sterowanie-płytki odbiornika	6/00	8,00	8,40	
115_1	12-kanalowe zdalne sterowanie-płytki nadajnika	6/00	10,00	8,00	
116	Automatyczny odbiornik sygnału Morse'a	6/00	brak		
118	Generator 12-imp. TOTOLOTKA	6/00	6,00	4,80	
119	Super nadajnik TV	6/00	brak		
120	Profesjonalny przełącznik dźwiękowy	6/00	brak		
122-K	Miniaturowa końcówka mocy 10+10W	1/01	5,00	4,00	
130-K	Regulowany zasilacz do miniwiertarki	1/01	7,00	5,60	
131-K	Zadziob-stółki do folii TESS200	1/01	brak		
132-K	Radiosterowanie 433MHz-płytki odbiornika	1/01	8,00	6,40	
132_1-K	Radiosterowanie 433MHz-płytki pilota	1/01	5,00	4,00	
133-K	Pięciokanałowy uniw. syntez. częstotliwości-pl.sterow.	1/01	brak		
133_1-K	Pięciokanałowy uniw. syntez. częstotliwości-pl.gener.	1/01	5,00	4,00	
134-K	Nadajnik UKF FM-1,8W dla zakresu 84-114MHz	1/01	8,00	6,40	
1015-K	Adapter do program.-dla ST62T15/25(współz. z 1015-K)	1/01	3,00	2,40	
123-K	Super programator 42 układów	2/01	5,00	4,00	
126-K	Szybka ładowarka akumulatorów NiMH/NiCd	2/01	7,00	5,60	
127-K	Samochodowy alternator Subwoofer	2/01	brak		
128-K	Transformator elektroniczny z regulacją napięcia	2/01	7,00	5,60	
129-K	Supermatka przetwornica 12/220V/200W	2/01	7,00	5,60	
135-K	Wysokiej klasy przedwzmac. ze ster. mikroproces.	2/01	10,00	6,00	
125_1-K	Iluminacja cyfrowa-część cyfrowa	2/01	8,00	6,40	
125_2-K	Iluminacja cyfrowa-część analogowa	3/01	5,00	4,00	
140-K	Zamek transponderowy	3/01	10,00	8,00	
141-K	Ultra niskosumny wzmacniacz mikrofonowy	3/01	7,00	5,60	
142-K	Lampa immobilizer samochodowy	3/01	5,00	4,00	
143-K	Tani do celmi fotograficznej-płytki sterownika	3/01	8,00	6,40	
143_1-K	Lampa do celmi fotograficznej-płytki diod LED	3/01	brak		
144-K	Strach na krety	3/01	5,00	4,00	
145-K	Dotykowy regulator oświetlenia	3/01	8,00	4,80	
146-K	Moskwy gigant-do 1000W!!!	4/01	5,00	4,00	
147-K	Inteligentny kasownik pamięci EPROM	4/01	brak		
148-K	Wzmocniacz samochodowy 2x70W	4/01	9,00	7,20	
150-K	Prosty warsztatowy generator funkcji	4/01	9,00	7,20	
151-K	Antypluskwa	4/01	5,00	4,00	
152-K	Rozładunkowa ogniw NiCd	4/01	5,00	4,00	
153-K	Sterowanie pilotem w kodzie RC5 WinAmp'em	4/01	8,00	6,40	
154-K	Elektroniczna książka telefoniczna z wybieraniem numeru	5/01	10,00	8,00	
155-K	Timer GSM	5/01	5,00	4,00	
156-K	Komputerowy złącznik/wyłącznik urządzeń	5/01	8,00	4,80	
157-K	Układ ostrzegający o gwałtach	5/01	brak		
158-K	Czujnik udarowy	5/01	5,00	4,00	
159-K	Układ zabezpieczający kolumny głośnikowe	5/01	5,00	4,00	
160-K	Wielokanałowy dzwonek bezprzewodowy(pl.nadajnika)	5/01	6,00	4,80	
160_1-K	Wielokanałowy dzwonek bezprzewodowy(pl.odbiornika)	5/01	8,00	4,80	
161_1-K	Miernik do bezwzględnej pomiaru prądu	6/01	brak		
161_2-K	Miernik do bezwzględnej pomiaru prądu	6/01	5,00	4,00	
162_1-K	Zasilacz sterowany cyfrowo 1,5V-18V/5A	6/01	8,00	6,40	
162_2-K	Zasilacz sterowany cyfrowo 1,5V-18V/5A	6/01	6,00	4,80	
163-K	Sterownik oświetlenia chłodzi	6/01	brak		
164-K	Kompas elektroniczny	6/01	5,00	4,00	
165-K	Subminiaturowy odbiornik FM	6/01	5,00	4,00	
166-K	Prosty regulator CO	6/01	6,00	4,80	
167-K	Samochodowa przetwornica 12V/220V/100VA	6/01	8,00	6,40	
168-K	Mikroprocesorowy dwupunktowy miernik temperatury	1/02	9,00	7,20	
169-K	Alarm z powiadomieniem telefonicznym	1/02	20,00	16,00	
170-K	Monitor linii DTMF	1/02	6,00	4,80	
171-K	Inteligentny układ sterow.zaczepem instalacji domofon.	1/02	8,00	4,80	
172-K	Inteligentny wzmacniacz mikrofonowy	1/02	4,00	3,20	
173-K	Recykling napędu CD-R	1/02	brak		
174-K	Regulator temperatury dla fotografików-baza	1/02	8,00	6,40	
174_1-K	Regulator temperatury dla fotografików-wyświetlacz	1/02	6,00	4,80	
175-K	Bezprzewodowy tryfonowy gong selektywny-nadajnik	1/02	5,00	4,00	
175_1-K	Bezprzewodowy tryfonowy gong selektywny-odbiornik	1/02	5,00	4,00	
176-K	Mikroprocesorowa ładowarka akumulatorów	2/02	8,00	6,40	
177_1-K	Szukacz montaż-modułu liniowy	2/02	7,00	5,60	
177_2-K	Szukacz montaż-modułu mikrokontrolera	2/02	7,00	5,60	
178-K	Monitor linii 8-bitowej	2/02	8,00	6,40	
179_1-K	Uniwersalny moduł LCD z separacją galwan.-mod.wyśw.	2/02	7,00	5,60	
179_2-K	Uniwersalny moduł LCD z separacją galwan.-mod.zasil.	2/02	6,00	4,80	
180_1-K	Oświetlacz noktowizyjny dużej mocy-pl.sterownika	2/02	brak		
180_2-K	Oświetlacz noktowizyjny dużej mocy-pl.LED	2/02	8,00	6,40	
181-K	Precyzyjny regulator mocy PWM	2/02	5,00	4,00	
182-K	Elektroniczny strach	2/02	8,00	4,80	
183-K	Wyłącznik kombinacyjny klatki schodowej	2/02	6,00	4,80	
184-K	Cyfrowy UPS-NEPRO Digital 500	2/02	15,00	12,00	
189-K	Uniwersalny programator mikroproces. 89C01 i 89C051	3/02	10,00	8,00	
185-K	AutoKlima	3/02	8,00	6,40	
186-K	Nadajnik UKF FM-Stereo	3/02	7,00	5,60	
187-K	Komputer PC jako zasilacz	3/02	brak		
188-K	Wędkarski wskaźnik brzo	3/02	6,00	4,80	
189-K	Wzmocniacz audio do PC	3/02	brak		
190_1-K	Czterokanałowy panelowy miłwołtomierz-pl.pomiarowa	4/02	10,00	8,00	
190_2-K	Czterokanałowy panelowy miłwołtomierz-pl.wyświetlacz	4/02	5,00	4,00	
191-K	Tester kombinacyjny układów cyfrowych TTL i CMOS	4/02	10,00	8,00	
192-K	Cyfrowy dzwonek do drzwi	4/02	5,00	4,00	
193-K	Przetwornica do świetłówek kompaktowej	4/02	brak		
194-K	Leska sygnalizacyjna	4/02	6,00	4,80	
195-K	Detektor gromzłowczyli "Elektroniczny sznapan"	4/02	4,00	3,20	
196-K	Czterokanałowy wzmacniacz do zestawu SURROUND	4/02	brak		
197-K	Dekoder-tester pilotów RC5	5/02	brak		
198_1-K	128-kanalowy system sterujący z PC	5/02	brak		
198_2-K	128-kanalowy system sterujący z PC	5/02	8,00	6,40	
201-K	Subwoofer 200W	5/02	6,00	4,80	
202-K	Programator ST6210/15/20/25	5/02	8,00	6,40	

300-K	Programator zestaw uruchomiony dla AVR	5/02	15,00	12,00			
301-K	Zasilacz laboratoryjny 0-30V-5A	5/02	9,00	7,20			
302-K	Generator częstotliwości wzorcowych	5/02	brak				
203-K	Generator kraśny TV na 555	6/02	4,00	3,20			
303-K	Konwerter VGA-TV	6/02	5,00	4,00			
305-K	3-kanałowy stereofoniczny mikser audio	6/02	brak				
307-K	Mikroprocesorowy sterownik barier laserowej	6/02	10,00	8,00			
308-K	Wynajęcie dźwięk-LESIE stereo	6/02	8,00	6,40			
309-K	Tester czasu przycięcia/puszczenia przełączników	6/02	10,00	8,00			
210-K	Backup telefonu bezprzewodowego	1/03	8,00	6,40			
211-K	Sprzęgacz telefoniczny	1/03	8,00	6,40			
212-K	Elektroniczny lasotat śledzący	1/03	5,00	4,00			
213-K	Konwerter RS232C <-> RS232	1/03	8,00	4,80			
312-K	RS485 jako komputerowy modem sieci rozległej	1/03	8,00	4,80			
313-K	Wysokiej klasy korektor graf. ze sterowaniem cyf. baza	1/03	10,00	8,00			
313_1-K	Wysokiej klasy korektor graf. ze sterowaniem cyf. pilot	1/03	6,00	4,80			
315-K	Programowany licznik impulsów z pamięcią	1/03	10,00	8,00			
316-K	Wzmocniacz mocy Hi-Fi 2x100W	1/03	10,00	8,00			
204-K	Przetwornica do zasilania samochod. wzmacniaczy mocy	2/03	9,00	7,20			
208-K	Compressor/Automatic level control	2/03	8,00	6,40			
209-K	Antypręt telefoniczny	2/03	brak				
310-K	Sterownik silnika krokowego z RS232TTL	2/03	10,00	8,00			
317-K	Tester BPC511 189C52	2/03	10,00	8,00			
318-K	ProPc2	2/03	9,00	7,20			
320-K	Zdalnie sterowany stroboskop	2/03	9,00	7,20			
205-K	Układ L200-regulator napięcia	3/03	brak				
206-K	Przetwornik częstotliwości napięcie	3/03	8,00	6,40			
207_1-K	Jednokanałowa sygnalizacja siecią energetyczną-nadajnik	3/03	8,00	6,40			
207_2-K	Jednokanałowa sygnalizacja siecią energetyczną-odbiornik	3/03	7,00	5,60			
323-K	Tester średnio- i wielomagnetyczny-wyświetlacz LED	3/03	7,00	5,60			
324-K	Super lotomat	3/03	12,00	9,60			
325-K	Programowany timer 1sek.-999sek. lub 1min.-999min.	3/03	10,00	8,00			
326-K	Profesjonalny programator AVR-ISP	3/03	10,00	8,00			
327-K	Buforowy zasilacz do systemów alarmowych	3/03	10,00	8,00			
216_1-K	Ośmiokanałowy przełącznik anten dla radioamatorów-asyzylator	4/03	12,00	9,60			
216_2-K	Ośmiokanałowy przełącznik anten dla radioamatorów-desyztat.	4/03	10,00	8,00			
215-K	Symulator sprzętowy procesora 80C51	4/03	55,00	44,00			
217-K	Timer TV z odroczeniem	4/03	8,00	6,40			
329-K	Separytor galwaniczny RS232	4/03	10,00	8,00			
331-K	Uniwersalny sterownik 12C	4/03	10,00	8,00			
332-K	Miernik częstotliwości do generatorów funkcji 1Hz-50kHz	4/03	10,00	8,00			
334-K	Tele-zapleć	4/03	10,00	8,00			
335-K	Przystawka do programatora AVR ISP	4/03	12,00	9,60			
218_1-K	555-Bariera na podczerwień-pi nadajnika	5/03	brak				
218_2-K	555-Bariera na podczerwień-pi odbiornika	5/03	brak				
338-K	8-kanałowa centrala alarmowa	5/03	10,00	8,00			
337-K	Miernik dużych pojemności 1pF-500000pF	5/03	10,00	8,00			
309-K	Tester aparatów telefonicznych i kodu DTMF	5/03	8,00	6,40			
341-K	Automatyczna 7-krotna kopia EEPROM 24C00x	5/03	10,00	8,00			
342-K	Czterokanałowe efekty dyskowe	5/03	6,00	4,80			
343-K	Wzmacniacz natężenia hałasu	5/03	8,00	6,40			
219_1-K	Słuchawkowy wzmacniacz lampowy	6/03	brak				
219_2-K	Słuchawkowy wzmacniacz lampowy	6/03	8,00	6,40			
319-K	Programator GAL	6/03	15,00	12,00			
338-K	Symulator obecności domowników	6/03	10,00	8,00			
344_1-K	Zdalnie sterowana karta przełączników mocy	6/03	10,00	8,00			
344_2-K	Zdalnie sterowana karta przełączników mocy-pi pilota	6/03	8,00	6,40			
346-K	Izolator galwaniczny do LPT	6/03	10,00	8,00			
347-K	Wzmacniacz lampki choinkowej	6/03	5,00	4,00			
348-K	Bezprzewodowy mikrofon-MINI	6/03	5,00	4,00			
349-K	Wzmacniacz na klawisz	6/03	5,00	4,00			
351-K	Sonda logiczna CMOS	6/03	5,00	4,00			
220-K	Mówiomyj monitor pracy aparatu telefonicznego	1/04	12,00	9,60			
336-K	Wzmocniacz wyjściowy do generatora funkcji 150K	1/04	7,00	5,60			
345-K	Miernik indukcyjności 1µH-100mH	1/04	10,00	8,00			
350-K	Symulator "tykania" zegarka	1/04	6,00	4,80			
352-K	Uniwersalny zasilacz +/-5V i +/-12V	1/04	brak				
354_1-K	Tester kabli UTP i nie tylko-nadajnik	1/04	7,00	5,60			
354_2-K	Tester kabli UTP i nie tylko-odbiornik	1/04	7,00	5,60			
355-K	Sterownik pieca opałowego CO	1/04	12,00	9,60			
356-K	Wskaznik stanu naładowania akumulatora w samochodzie	1/04	brak				
358-K	Szybki tester kwarców	1/04	6,00	4,80			
360-K	"Lampka" do telefonu dla niedoświadczonych	1/04	5,00	4,00			
221-K	Mikroprocesorowy regulator temperatury z termoparami	2/04	12,00	9,60			
222-K	Sygnalizator otwarcia drzwi i okna	2/04	5,00	4,00			
353-K	Wzmacniacz/wyjściownik zmiernicowy	2/04	5,00	4,00			
359-K	Przedwzmacniacz mikrofonowy	2/04	5,00	4,00			
361-K	Prosty generator funkcji 1kHz	2/04	8,00	6,40			
362-K	Inteligentny strażnik na zwierzęta	2/04	10,00	8,00			
363-K	Programowany miernik częstotliwości 50MHz	2/04	10,00	8,00			
364-K	Rozdzielowy programator ATME1 i nie tylko	2/04	10,00	8,00			
223-K	Przetwornica do centralnego ogrzewania 300W	3/04	15,00	12,00			
224-K	Wskaznik prędkości wiatru	3/04	8,00	6,40			
225-K	N555-UPS telefonu bezprzewodowego	3/04	6,00	4,80			
365-K	Dialer	3/04	brak				
367-K	Profesjonalny sterownik obrotów silników prądu stałego	3/04	8,00	6,40			
370-K	Zasilanie żarówki energooszczędnej z akumulatora	3/04	brak				
371_1-K	200W sztuczne oświetlenie	3/04	7,00	5,60			
371_2-K	200W sztuczne oświetlenie (moduł wyświetlacza)	3/04	7,00	5,60			
372-K	Mikroprocesorowy sonar samochodowy z bargrafem	3/04	6,00	4,80			
226-K	Układ nadążny za słońcem (Solar Tracker)	4/04	brak				
330-K	Miernik mocy wyjściowej wzmacniaczy akustycznych	4/04	8,00	6,40			
368-K	400W wzmacniacz HEXPET	4/04	brak				
374-K	Telefoniczna karta chipowa jak klucz elektroniczny	4/04	6,00	4,80			
375-K	Samochodowy 70W Subwoofer cz.1	4/04	brak				
376-K	Sterownik do grzewczarki	4/04	8,00	6,40			
377-K	Przedwzmacniacz gitarowy	4/04	8,00	6,40			
379-K	Mikroprocesorowy sterownik stacji ładowczej	4/04	8,00	6,40			
227-K	Licznik osób w pomieszczeniu ze sterownikiem oświetlenia	5/04	8,00	6,40			
228-K	Mikroprocesorowy wskaźnik napięcia sieci	5/04	7,00	5,60			
379-1-K	Panelowy miernik częstotliwości 1,2GHz, okresu i czasu	5/04	10,00	8,00			
379-2-K	Panelowy miernik częstotliwości 1,2GHz, okresu i czasu	5/04	10,00	8,00			
380-K	Cyfrowy generator sinus 0,1Hz - 10MHz z krokiem 0,1Hz i 1Hz	5/04	10,00	8,00			
381-K	Samochodowy mostkowy wzmacniacz audio 4 x 30W	5/04	12,00	9,60			
382-K	Miernik w.cz.	5/04	8,00	6,40			
383-K	Uniwersalny sterownik zdarzeniowy LOGO	5/04	8,00	6,40			
229-1-K	Sier. uzgadniania obrotowego anteny UKF - układ wykonawczy	6/04	8,00	6,40			
229-2-K	Sier. uzgadniania obrotowego anteny UKF - blok wyświetlacza LED	6/04	8,00	6,40			
229-3-K	Sier. uzgadniania obrotowego anteny UKF - blok mikrokontrolera	6/04	8,00	6,40			
375-K	Samochodowy 70W Subwoofer	6/04	12,00	9,60			
384-K	Podręczny terminal	6/04	12,00	9,60			
385-K	LOGGER - zapleć klawiatury	6/04	5,00	4,00			
386-K	Komora termiczna	6/04	8,00	6,40			
387-1-K	Softbox do makrofotografii - moduł sterownika	6/04	10,00	8,00			
387-2-K	Softbox do makrofotografii - moduł wykonawczy	6/04	10,00	8,00			
388-K	Uniwersalny V/A do zasilaczy	6/04	8,00	6,40			
230-K	Tester monitorów VGA	1/05	6,00	4,80			
231-K	Czterokanałowe zdalne sterowanie przez telefon komórkowy	1/05	10,00	8,00			
389-K	Zasilacz do CB 13,8V - 20A	1/05	7,00	5,60			
390-K	Nadajnik UKF FM - 4W dla zakresu 86-110MHz	1/05	10,00	8,00			
391-K	Prosty kodzik sygnału stereofonicznego MPX	1/05	8,00	6,40			
500-1-K	Trzyprzewodowe ośmiokanałowe zdsł.ster. - moduł nadajnika	1/05	10,00	8,00			
500-2-K	Trzyprzewodowe ośmiokanałowe zdsł.ster. - moduł odbiornika	1/05	9,00	7,20			
501-K	Układ do nagrywania rozmów telefonicznych	1/05	7,00	5,60			
322-K	Ośmiomiejscowy wyświetlacz LED sterowanych przez RS232 TTL	2/05	brak				
392-K	Sterownik wentylatorów do PC i nie tylko	2/05	15,00	12,00			
393-K	Inteligentny sterownik lamp błyskowych	2/05	10,00	8,00			
394-K	Sterownik syntezy częstotliwości FM z układem SAA1057	2/05	10,00	8,00			
507-1-K	Miernik współczynnika fali stojącej WFS	2/05	9,00	7,20			
507-2-K	Miernik współczynnika fali stojącej WFS	2/05	9,00	7,20			
507-3-K	Miernik współczynnika fali stojącej WFS	2/05	5,00	4,00			
395-K	Cyfrowy przedwzmacniacz sterowany plotem RCS	3/05	10,00	8,00			
396-K	Prosty generator sygnałowy 2MHz	3/05	6,00	4,80			
397-K	Mostkowy wzmacniacz mocy 120W	3/05	9,00	7,20			
398-K	Cyfrowe Echo	3/05	15,00	12,00			
508-K	ZAPPER - Urządzenie do niskonewtonowego leczenia	3/05	6,00	4,80			

509-K	Wykrywacz kłamstw	3/05	brak	
510-K	Uniwersalny licznik impulsów	3/05	9,00	7,20
511-K	Miernik tętna	3/05	9,00	7,20
233-K	Beztransformatorowy zasilacz U _{in} 8V-240V U _{out} 5V	4/05	5,00	4,00
399-K	Programowalny termostat czterokanalowy	4/05	15,00	12,00
400-K	PIEC - wzmacniacz gitarowy	4/05	10,00	8,00
401-K	Mikrofon kierunkowy	4/05	5,00	4,00
402-K	Warstwowy symulator napięcia trzysfazowego	4/05	15,00	12,00
513-K	Elektroniczny stetoskop	4/05	5,00	4,00
514-K	Nadajnik telefonyczny	4/05	8,00	6,40
515-K	Miernik refleksu	4/05	9,00	7,20
236-K	Powiadomienie o alarmie przez komórkę	5/05	8,00	6,40
403-K	Układ kontrolny napięcia trójfazowego	5/05	10,00	8,00
404-K	Minigenerator funkcyjny-DDS	5/05	8,00	6,40
405-K	Automatyczny programator ISP do AVR	5/05	5,00	4,00
512-K	Optyczna czujka ruchu	5/05	brak	
516-K	Skuteczny straszak na psy	5/05	9,00	7,20
517-K	Cyfrowy krokmiernik	5/05	6,00	4,80
519-K	Mikroprocesorowy "pistolet magnetyczny"	5/05	8,00	6,40
406-K	Sterownik do akwarium	6/05	10,00	8,00
407-K	Inteligentny termostat	6/05	10,00	8,00
408-K	Owocówka czyli jednoręki bandyta	6/05	10,00	8,00
409-K	Dyskryminator półczerwonych telefonizacyjnych	6/05	9,00	7,20
518-1-K	Ultradźwiękowy miernik odległości	6/05	brak	
518-2-K	Ultradźwiękowy miernik odległości	6/05	5,00	4,00
520-K	Automatyczny wyłącznik zasilania stanowiska warsztatowego	6/05	8,00	6,40
521-K	Znalezienie kluczy	6/05	5,00	4,00
522-K	Sterownik oświetlenia WC i nie tylko	6/05	brak	
410-K	Przenośny regulator oświetlenia sterowany pilotem w kodzie RCS	1/06	8,00	6,40
411-K	Czterokanałowy DIMMER	1/06	10,00	8,00
412-K	Regulator mocy ładowcy transformatorowej	1/06	9,00	7,20
413-K	Stereoefektywny wzmacniacz mocy do komputerów PC	1/06	9,00	7,20
523-K	Stress meter	1/06	5,00	4,00
524-K	Automat schodowy	1/06	6,00	4,80
525-K	Antyśpiach (stróż stróża)	1/06	6,00	4,80
526-1-K	Proste słuchawki na podczerwień - nadajnik	1/06	8,00	6,40
526-2-K	Proste słuchawki na podczerwień - odbiornik	1/06	5,00	4,00
414-K	Elektroniczna łona	2/06	9,00	7,20
415-K	Impulsowy wykrywacz metali	2/06	10,00	8,00
416-K	"Zakłócać" pilotów	2/06	5,00	4,00
417-K	Przetwornik dwa komputery-jeden monitor, jedna klawiatura, jedna mysz	2/06	brak	
418-K	Wzmacniacz słuchawkowy z filtrem antypresence	2/06	5,00	4,00
527-1-K	Biegnące światło samochodowe - płytka sterownika	2/06	brak	
527-2-K	Biegnące światło samochodowe - płytka modułu LED	2/06	brak	
528-K	Wskaźnik promieniowania ultrafioletowego	2/06	8,00	6,40
529-K	Podaluch kaloryferowy	2/06	5,00	4,00
530-K	Tester pojedynczych ogniw akumulatorów NiCd i NiH	2/06	5,00	4,00
419-K	Zabezpieczenie wzmacniaczy mocy i głośników	3/06	10,00	8,00
420-K	Generator funkcji - prostokąt, trójkąt, sinus	3/06	10,00	8,00
421-K	Zasilacz 6 w 1	3/06	6,00	4,80
422-K	Przełącznik sensorowy	4/06	8,00	6,40
423-K	Jonizator powietrza	4/06	10,00	8,00
425-K	Miernik tiasy	4/06	brak	
426-K	Programowalny generator impulsów - 6 linii wyj.	4/06	10,00	8,00
236-K	"Przypięsacz" wytrawianych płytek	5/06	6,00	4,80
427-1-K	Zasilacz stabilizowany z reg. elektroniczną - moduł wyświetlacza	5/06	10,00	8,00
427-2-K	Zasilacz stabilizowany z reg. elektroniczną - moduł sterownika	5/06	10,00	8,00
428-K	Czterokanałowy rozdzielacz sygnałów audio STEREO	5/06	8,00	6,40
429-K	Kasownik EPROMÓW	5/06	8,00	6,40
238-K	STOP - ZŁODZIEJU czyli zdalne unieruchomienie samochodu	6/06	8,00	6,40
239-K	Wieżczy stroboskop	6/06	6,00	4,80
240-K	Zasilacz do wzmacniaczy mocy	6/06	12,00	9,60
431-K	Ładowarka akumulatorów 12V	6/06	10,00	8,00
433-K	AVR - JTAG Programator, debugger	6/06	8,00	6,40
434-K	ARM - JTAG Programator	6/06	6,00	4,80
531-K	Programator ST7116	6/06	12,00	9,60
241-K	Nagrzewnica indukcyjna	1/07	8,00	6,40
439-K	Wzmacniacz MINI-MAX do wszystkich	1/07	6,00	4,80
437-K	Rejestrator temperatury z dwoma czujnikami	1/07	8,00	6,40
529-K	Zestaw startowy dla mikrokontrolerów ST7116	1/07	brak	
438-K	Samochodowa przetwornica z 12V na 19V do laptopów	2/07	8,00	6,40
440-K	Tester wzmacniaczy operacyjnych	2/07	6,00	4,80
441-K	TIMER 555 STARTER KIT	2/07	8,00	6,40
442-K	M16 starter kit	2/07	7,00	5,60
443-K	ATTINY25 starter kit	2/07	7,00	5,60
242-K	Miniaturowy generator częstotliwości wzorcowych	3/07	5,00	4,00
438-K	CMOS STARTER KIT	3/07	7,00	5,60
444-K	Ładowarka akumulatorów NiCd, NiMH, SLA	3/07	10,00	8,00
445-K	Automatyczny włącznik świateł mijania	3/07	5,00	4,00
446-K	Ośmiokanałowa sonda logiczna TTL/CMOS	3/07	8,00	6,40
243-K	USB <=> RS-232 <=> RS-TTL konwerter 6 w 1	4/07	5,00	4,00
447-K	Dysk twardy jako pamięć masowa dla mikrokontrolerów	4/07	8,00	6,40
448-K	Zasilacz kamery do monitoringu	4/07	8,00	6,40
449-K	"Gadający" samochód lub dowolne urządzenie	4/07	10,00	8,00
450-K	Analogowy sterownik silnika prądu stałego (PWM)	4/07	9,00	7,20
451-K	Sterownik efektów laserowych	4/07	8,00	6,40
452-K	Lampka "BAJER"	4/07	5,00	4,00
453-K	Programowalna pozytywka	4/07	5,00	4,00
454-1-K	Wielosłupowy sterownik silników krokowych MACH2 - sterownik	5/07	10,00	8,00
454-2-K	Wielosłupowy sterownik silników krokowych MACH2 - bazowy	5/07	10,00	8,00
532-K	Łatarka testowa banknotów	5/07	5,00	4,00
534-K	Miernik wilgotności	5/07	brak	
455-K	Interfejs VGA do systemów mikroprocesorowych	6/07	8,00	6,40
535-1-K	Zdalne sterowanie żaluzjami okiennymi	6/07	8,00	6,40
535-2-K	Zdalne sterowanie żaluzjami okiennymi	6/07	6,00	4,80
245-K	Układ wejściowy do mierników częstotliwości z wejściem TTL	1/08	5,00	4,00
538-K	Słoneczna ładowarka telefonu komórkowego	1/08	brak	
800-K	Automatyczny nadprężniacz ładowania dwóch akumulatorów	1/08	9,00	7,20
244-K	Maly wzmacniacz w klasie A	2/08	5,00	4,00
249-K	Termostat z regulowaną histerezą	2/08	9,00	7,20
247-K	Generator kwarcowy 90MHz z kwarcem 10MHz	2/08	5,00	4,00
249-K	Ekonomiczny zasilacz laboratoryjny	3/08	8,00	6,40
537-K	Sygnalizator poziomu wody w wannie	3/08	8,00	6,40
538-K	Elektroniczny odstraszacz motylek	3/08	8,00	6,40
252-K	"Profesjonalny" zwiadcza pilotów RTV	4/08	5,00	4,00
250-K	Zegar binarny	4/08	9,00	7,20
254-K	Ultradźwiękowy miernik odległości, wzrostu i poziomu	5/08	9,00	7,20
255-K	Falownik - sterowanie obrotów silników prądu przemiennego	6/08	9,00	7,20
256-K	Miernik refleksu dla kierowców	8/08	5,00	4,00
257-K	USB i AVR	6/08	5,00	4,00
258-K	Silnik krokowy dwucyfrowy - sterownik	8/08	5,00	4,00
259-K	Programator układów Xilinx	1/09	5,00	4,00
260-K	Ośmiokanałowy analizator stanów portów	1/09	8,00	6,40
261-K	Miernik rezystancji kondensatorów ESR	1/09	10,00	8,00
262-K	Maly wzmacniacz max 1W	1/09	5,00	4,00
263-K	Generator funkcji BASIC	2/09	8,00	6,40
265-K	CPLD-BASIC starter+programator	3/09	10,00	8,00
700-K	Przedwzmacniacz gramofonowy z charakterystyką RAA	4/09	5,00	4,00
701-K	Profesjonalny licznik impulsów	4/09	10,00	8,00
705-K	Samochodowy wzmacniacz mocy 4x40W	5/09	8,00	6,40
704-K	Xilinx Starter-kit	5/09	10,00	8,00
707-K	Emulator monitora	6/09	10,00	8,00
706-K	TOP249 - zasilacz impulsowy 5V/12A	8/09	10,00	8,00

Płytki drukowane do układów z Elektron Hobby

A	B	C	D	E
1000	Alarm telefonyczny	1/00	10,00	8,00
1001	Minizestaw elektronów dźwiękowych	1/00	5,00	4,00
1002-1	Woltomierz LED do samochodu (pLED)	1/00	3,00	2,40
1003	Prosty tester tranzystorów bipolarnych	1/00	8,00	6,40
1004	Stroboskop 120J	1/00	10,00	8,00
1004-1	Stroboskop 120J-pl.palska	1/00	3,00	2,40
1007	Mikroprocesorowy regulator temperatury w akwarium	2/00	10,00	8,00
1012-1	Prosty miniwzmacniacz (wersja SMD)	3/00	6,00	4,80
1013-1	Processor DOLBY SURROUND (pl.LED)	3/00	3,00	2,40
1014	Sygnalizator stanu naładowania baterii lub akumulatora	3/00	5,00	4,00
1016	Tester czujek i zryztorów	3/00	8,00	6,40



215-K

Simulator sprężynki procesora 680531
Schemat układu mikrokontrolera 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 49,00zł



216-K

Opis działania i budowa sprężynki 680531
Opis działania i budowa sprężynki 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 116,00zł



218-K

555 - Budowa na podzespoły
Budowa na podzespoły 555, który umożliwia symulację pracy procesora 555. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 555 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 29,00zł



345-K

Memoria dedykowana 1041 - 1040H
Memoria dedykowana 1041 - 1040H, który umożliwia symulację pracy procesora 1041 - 1040H. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 1041 - 1040H w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 70,00zł



346-K

Układ scalony 680531 - 1041
Układ scalony 680531 - 1041, który umożliwia symulację pracy procesora 680531 - 1041. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 - 1041 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 55,00zł



319-K

Programator 680531 - 1041
Programator 680531 - 1041, który umożliwia symulację pracy procesora 680531 - 1041. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 - 1041 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 59,00zł



106-K

Działanie i budowa sprężynki 680531
Działanie i budowa sprężynki 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 49,00zł



320-K

Zbudowanie sprężynki 680531
Zbudowanie sprężynki 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 69,00zł



323-K

Testy i budowa sprężynki 680531
Testy i budowa sprężynki 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 69,00zł



324-K

Super kontroler
Super kontroler, który umożliwia symulację pracy procesora 324-K. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 324-K w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 59,00zł



325-K

Programator 680531 - 1041
Programator 680531 - 1041, który umożliwia symulację pracy procesora 680531 - 1041. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 - 1041 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

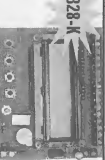
CENA: 39,00zł



326-K

Przetwarzanie programów 680531
Przetwarzanie programów 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 39,00zł



328-K

8 - Budowa i testy sprężynki 680531
8 - Budowa i testy sprężynki 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 69,00zł



103-K

Przetwarzanie programów 680531
Przetwarzanie programów 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 104,00zł



329-K

Systemy generowania 680531
Systemy generowania 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 39,00zł



331-K

University tester 680531
University tester 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 39,00zł



333-K

Memoria dedykowana do generowania funkcji 1041
Memoria dedykowana do generowania funkcji 1041, który umożliwia symulację pracy procesora 1041. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 1041 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 69,00zł



334-K

Testy i budowa sprężynki 680531
Testy i budowa sprężynki 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 59,00zł



335-K

Przetwarzanie programów 680531
Przetwarzanie programów 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 59,00zł



337-K

Memoria dedykowana do generowania funkcji 1041
Memoria dedykowana do generowania funkcji 1041, który umożliwia symulację pracy procesora 1041. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 1041 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 11,00zł



1015-K

Programator 680531 - 1041
Programator 680531 - 1041, który umożliwia symulację pracy procesora 680531 - 1041. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 - 1041 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 39,00zł



338-K

Simulator sprężynki procesora 680531
Simulator sprężynki procesora 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 39,00zł



339-K

Testy i budowa sprężynki 680531
Testy i budowa sprężynki 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

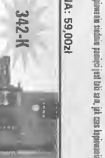
CENA: 49,00zł



341-K

Automatyzacja 7-letniej kopii 680531
Automatyzacja 7-letniej kopii 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

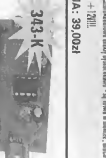
CENA: 59,00zł



342-K

Charakterystyka i budowa sprężynki 680531
Charakterystyka i budowa sprężynki 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

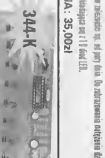
CENA: 39,00zł



343-K

Wskazanie i budowa sprężynki 680531
Wskazanie i budowa sprężynki 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

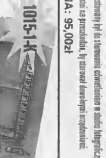
CENA: 59,00zł



344-K

Zbudowanie sprężynki 680531
Zbudowanie sprężynki 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 59,00zł



1015-K

Adaptacja do generowania 680531
Adaptacja do generowania 680531, który umożliwia symulację pracy procesora 680531. Układ jest przeznaczony do symulacji pracy procesora 680531 w celu sprawdzenia poprawności działania programu.

CENA: 9,00zł

347-K



Wzmacniacz łupki chłanków

Przeprawy łupki chłanków wykonuje się 40 sztukami dźwięku. Są to cztery cztery dźwięki (dźwięki) cztery dźwięki. Słuchasz się z głośnikami. Cztery dźwięki cztery dźwięki.

CENA: 55,00zł

363-K



Programowalny memik częstotliwości 50MHz. Programowalny memik częstotliwości przebiega z częstotliwością. Memik umożliwia pomiar częstotliwości przebiegu. Memik umożliwia pomiar częstotliwości przebiegu. Memik umożliwia pomiar częstotliwości przebiegu.

CENA: 74,00zł

354-K



Tester kabli UTP i nie tylko. Tester kabli UTP i nie tylko. Tester kabli UTP i nie tylko. Tester kabli UTP i nie tylko. Tester kabli UTP i nie tylko.

CENA: 49,00zł

355-K



Sterownik pieca opałowego CO. Sterownik pieca opałowego CO. Sterownik pieca opałowego CO. Sterownik pieca opałowego CO. Sterownik pieca opałowego CO.

CENA: 115,00zł

368-K



400W wzmacniacz HEXET. 400W wzmacniacz HEXET. 400W wzmacniacz HEXET. 400W wzmacniacz HEXET. 400W wzmacniacz HEXET.

CENA: 149zł

376-K



Sterownik do grzewarki. Sterownik do grzewarki. Sterownik do grzewarki. Sterownik do grzewarki. Sterownik do grzewarki.

CENA: 39,00zł

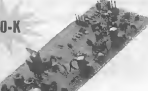
374-K



Elektronika karta chińska. Elektronika karta chińska. Elektronika karta chińska. Elektronika karta chińska. Elektronika karta chińska.

CENA: 44,00zł

390-K



Nadajnik UKF FM - 4W. Nadajnik UKF FM - 4W. Nadajnik UKF FM - 4W. Nadajnik UKF FM - 4W. Nadajnik UKF FM - 4W.

CENA: 82,00zł

364-K



Rozwójowy programator. Rozwójowy programator. Rozwójowy programator. Rozwójowy programator. Rozwójowy programator.

CENA: 35,00zł

367-K



Profesjonalny sterownik obrotów silników prądu stałego. Profesjonalny sterownik obrotów silników prądu stałego. Profesjonalny sterownik obrotów silników prądu stałego. Profesjonalny sterownik obrotów silników prądu stałego. Profesjonalny sterownik obrotów silników prądu stałego.

CENA: 59,00zł

229-K



Sterownik urządzenia obrotowego anteny UHF. Sterownik urządzenia obrotowego anteny UHF. Sterownik urządzenia obrotowego anteny UHF. Sterownik urządzenia obrotowego anteny UHF. Sterownik urządzenia obrotowego anteny UHF.

CENA: 99,00zł

389-K



Zasilacz do CB 13,8V - 20A. Zasilacz do CB 13,8V - 20A. Zasilacz do CB 13,8V - 20A. Zasilacz do CB 13,8V - 20A. Zasilacz do CB 13,8V - 20A.

CENA: 93,00zł

385-K



LOGGER - zspieg klawiatury. LOGGER - zspieg klawiatury. LOGGER - zspieg klawiatury. LOGGER - zspieg klawiatury. LOGGER - zspieg klawiatury.

CENA: 39,00zł

351-K



Sonda logiczna CMOS. Sonda logiczna CMOS. Sonda logiczna CMOS. Sonda logiczna CMOS. Sonda logiczna CMOS.

CENA: 19,00zł

388-K



Uniwersalny V/A do zasilaczy. Uniwersalny V/A do zasilaczy. Uniwersalny V/A do zasilaczy. Uniwersalny V/A do zasilaczy. Uniwersalny V/A do zasilaczy.

CENA: 87,00zł

392-K



Sterownik wentylatorów do PCI nie tylko. Sterownik wentylatorów do PCI nie tylko. Sterownik wentylatorów do PCI nie tylko. Sterownik wentylatorów do PCI nie tylko. Sterownik wentylatorów do PCI nie tylko.

CENA: 79,00zł

372-K



Mikroprocesorowy sonar samochodowy z dźwiękiem. Mikroprocesorowy sonar samochodowy z dźwiękiem. Mikroprocesorowy sonar samochodowy z dźwiękiem. Mikroprocesorowy sonar samochodowy z dźwiękiem. Mikroprocesorowy sonar samochodowy z dźwiękiem.

CENA: 47,00zł

371-K



200W sztuczne obciążenie. 200W sztuczne obciążenie. 200W sztuczne obciążenie. 200W sztuczne obciążenie. 200W sztuczne obciążenie.

CENA: 89,00zł

231-K



Czterokanałowe zdalne sterowanie przez telefon komórkowy Siemens. Czterokanałowe zdalne sterowanie przez telefon komórkowy Siemens. Czterokanałowe zdalne sterowanie przez telefon komórkowy Siemens. Czterokanałowe zdalne sterowanie przez telefon komórkowy Siemens. Czterokanałowe zdalne sterowanie przez telefon komórkowy Siemens.

CENA: 95,00zł

361-K



Prosty generator funkcji 1kHz. Prosty generator funkcji 1kHz. Prosty generator funkcji 1kHz. Prosty generator funkcji 1kHz. Prosty generator funkcji 1kHz.

CENA: 29,00zł

379-K



Panelowy miernik częstotliwości 1,2GHz, okresu i czasu. Panelowy miernik częstotliwości 1,2GHz, okresu i czasu. Panelowy miernik częstotliwości 1,2GHz, okresu i czasu. Panelowy miernik częstotliwości 1,2GHz, okresu i czasu. Panelowy miernik częstotliwości 1,2GHz, okresu i czasu.

CENA: 95,00zł

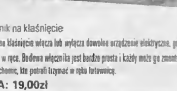
362-K



Inteligentny strażnik na zwojnici. Inteligentny strażnik na zwojnici. Inteligentny strażnik na zwojnici. Inteligentny strażnik na zwojnici. Inteligentny strażnik na zwojnici.

CENA: 50,00zł

349-K



Wzmacniacz na kładnięcie. Wzmacniacz na kładnięcie. Wzmacniacz na kładnięcie. Wzmacniacz na kładnięcie. Wzmacniacz na kładnięcie.

CENA: 19,00zł

384-K



Podłączenie terminal. Podłączenie terminal. Podłączenie terminal. Podłączenie terminal. Podłączenie terminal.

CENA: 95,00zł

449-K



"Gadający" samochód lub dowolne urządzenie. Układ ten jest przeznaczony do podłączenia dowolnego układu mikrokontrolera (np. 8051, AVR, PIC, itp.) i sterowania nim. Układ ten jest przeznaczony do podłączenia dowolnego układu mikrokontrolera (np. 8051, AVR, PIC, itp.) i sterowania nim. Układ ten jest przeznaczony do podłączenia dowolnego układu mikrokontrolera (np. 8051, AVR, PIC, itp.) i sterowania nim.

CENA: 85,00zł

447-K



Dysk twardy jako pamięć masowa dla mikrokontrolerów. Układ ten jest przeznaczony do podłączenia dysku twardego typu IDE-ATA i wykorzystywania go jako pamięci masowej. Układ ten jest przeznaczony do podłączenia dysku twardego typu IDE-ATA i wykorzystywania go jako pamięci masowej. Układ ten jest przeznaczony do podłączenia dysku twardego typu IDE-ATA i wykorzystywania go jako pamięci masowej.

CENA: 45,00zł

450-K



Analogowy sterownik sinika prądu stałego (PWM). Układ ten jest przeznaczony do sterowania silnikiem elektrycznym za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania silnikiem elektrycznym za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania silnikiem elektrycznym za pomocą sygnału PWM.

CENA: 35,00zł

453-K



Programowana pozytywka czyli dzwonek z procesora. Układ ten jest przeznaczony do sterowania dzwonkiem za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania dzwonkiem za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania dzwonkiem za pomocą sygnału PWM.

CENA: 32,00zł

452-K



Lampka "GAJER". Układ ten jest przeznaczony do sterowania lampką za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania lampką za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania lampką za pomocą sygnału PWM.

CENA: 29,00zł

243-K



USB <=> RS-232 <=> RS-TTL konwerter 6 w 1. Układ ten jest przeznaczony do konwersji sygnału USB na RS-232 i RS-TTL. Układ ten jest przeznaczony do konwersji sygnału USB na RS-232 i RS-TTL. Układ ten jest przeznaczony do konwersji sygnału USB na RS-232 i RS-TTL.

CENA: 35,00zł

448-K



Zasilacz kamer do monitoringu. Układ ten jest przeznaczony do zasilania kamer za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do zasilania kamer za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do zasilania kamer za pomocą sygnału PWM.

CENA: 25,00zł

509-K



Wyrzucacz kłamstw. Układ ten jest przeznaczony do wykrywania kłamstw za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do wykrywania kłamstw za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do wykrywania kłamstw za pomocą sygnału PWM.

CENA: 38,00zł

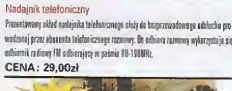
511-K



Miernik tęgna. Układ ten jest przeznaczony do pomiaru tęgna za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do pomiaru tęgna za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do pomiaru tęgna za pomocą sygnału PWM.

CENA: 59,00zł

514-K



Nadajnik telefoniczny. Układ ten jest przeznaczony do nadawania sygnału telefonicznego za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do nadawania sygnału telefonicznego za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do nadawania sygnału telefonicznego za pomocą sygnału PWM.

CENA: 29,00zł

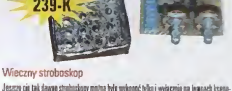
516-K



Stosowny strażnik na płytę. Układ ten jest przeznaczony do sterowania strażnikiem za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania strażnikiem za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania strażnikiem za pomocą sygnału PWM.

CENA: 29,00zł

238-K



STOP - ZŁODZIEJ. Układ ten jest przeznaczony do sterowania stopem za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania stopem za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania stopem za pomocą sygnału PWM.

CENA: 59,00zł

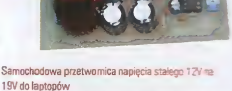
239-K



Włącznik stróżkiosk. Układ ten jest przeznaczony do sterowania włącznikiem stróżkiosk za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania włącznikiem stróżkiosk za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania włącznikiem stróżkiosk za pomocą sygnału PWM.

CENA: 36,00zł

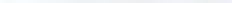
436-K



MINIMAX - wzmocniacz do wzmacniacza. Układ ten jest przeznaczony do wzmacniania sygnału za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do wzmacniania sygnału za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do wzmacniania sygnału za pomocą sygnału PWM.

CENA: 29,00zł

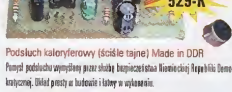
439-K



Samochodowa przetwornica napięcia stałego 12V na 15V do laptopów. Układ ten jest przeznaczony do konwersji napięcia 12V na 15V. Układ ten jest przeznaczony do konwersji napięcia 12V na 15V. Układ ten jest przeznaczony do konwersji napięcia 12V na 15V.

CENA: 35,00zł

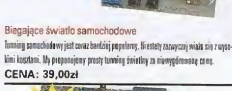
529-K



Podsluch kaloryferowy (scisłe taśpy) Made in DDR. Układ ten jest przeznaczony do podsłuchania kaloryfera za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do podsłuchania kaloryfera za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do podsłuchania kaloryfera za pomocą sygnału PWM.

CENA: 29,00zł

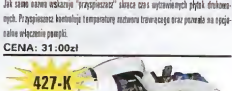
527-K



Biegające światła samochodowe. Układ ten jest przeznaczony do sterowania światłami samochodowymi za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania światłami samochodowymi za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania światłami samochodowymi za pomocą sygnału PWM.

CENA: 39,00zł

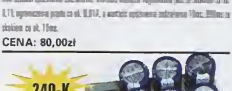
236-K



"Przypieszczać" wytrawianych płytek. Układ ten jest przeznaczony do wytrawiania płytek za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do wytrawiania płytek za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do wytrawiania płytek za pomocą sygnału PWM.

CENA: 31,00zł

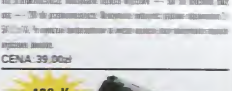
427-K



Zmieszanie temperatury z regulacją elektroniczną. Układ ten jest przeznaczony do zmieszania temperatury za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do zmieszania temperatury za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do zmieszania temperatury za pomocą sygnału PWM.

CENA: 80,00zł

240-K



Zmieszanie temperatury z regulacją elektroniczną. Układ ten jest przeznaczony do zmieszania temperatury za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do zmieszania temperatury za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do zmieszania temperatury za pomocą sygnału PWM.

CENA: 39,00zł

433-K



AVR - JTAG Programator, debugger. Układ ten jest przeznaczony do programowania i debugowania AVR za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do programowania i debugowania AVR za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do programowania i debugowania AVR za pomocą sygnału PWM.

CENA: 49,00zł

437-K



Regulator temperatury z dwoma kanałami. Układ ten jest przeznaczony do regulacji temperatury za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do regulacji temperatury za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do regulacji temperatury za pomocą sygnału PWM.

CENA: 65,00zł

448-K



Testator kompatybilności USB 2.0/1.1. Układ ten jest przeznaczony do testowania kompatybilności USB 2.0/1.1. Układ ten jest przeznaczony do testowania kompatybilności USB 2.0/1.1. Układ ten jest przeznaczony do testowania kompatybilności USB 2.0/1.1.

CENA: 12,00zł

422-K



Przełącznik sensorowy. Układ ten jest przeznaczony do sterowania przełącznikiem za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania przełącznikiem za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do sterowania przełącznikiem za pomocą sygnału PWM.

CENA: 45,00zł

426-K



Programowalny generator impulsów - 6 linii wyj. Układ ten jest przeznaczony do generowania impulsów za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do generowania impulsów za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do generowania impulsów za pomocą sygnału PWM.

CENA: 79,00zł

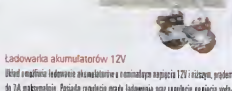
428-K



Czterokanałowy rozdzielacz sygnałów audio STEREO. Układ ten jest przeznaczony do rozdzielania sygnałów audio za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do rozdzielania sygnałów audio za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do rozdzielania sygnałów audio za pomocą sygnału PWM.

CENA: 29,00zł

431-K



Ladowarka akumulatorów 12V. Układ ten jest przeznaczony do ładowania akumulatorów 12V za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do ładowania akumulatorów 12V za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do ładowania akumulatorów 12V za pomocą sygnału PWM.

CENA: 44,00zł

434-K



AVR - JTAG Programator. Układ ten jest przeznaczony do programowania i debugowania AVR za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do programowania i debugowania AVR za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do programowania i debugowania AVR za pomocą sygnału PWM.

CENA: 69,00zł

241-K



Regulator temperatury z dwoma kanałami. Układ ten jest przeznaczony do regulacji temperatury za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do regulacji temperatury za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do regulacji temperatury za pomocą sygnału PWM.

CENA: 69,00zł

443-K



AT TINY25 starter kit. Układ ten jest przeznaczony do testowania AT TINY25 za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do testowania AT TINY25 za pomocą sygnału PWM. Układ ten jest przeznaczony do testowania AT TINY25 za pomocą sygnału PWM.

CENA: 32,00zł

502 KESKOWA przystosowany do montażu w obrotowej ramie zamykanej przyciskiem. Dzięki tej zwinności amatorzy, jak i profesjonalistów. Prezentujemy CPD-BASIC na czarnym ekranie klatki prz. 4000 projektem w jego pierwszej fazie lub może być do niego programowanie układów CPD linii ALTEA.

CENA: 78,00zł